VARIABLES DE PROCESO QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LA CREMA DE LECHE

JACKELINE MONTILLA ARCE
MAURICIO QUIÑONES TIGREROS

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍAS E INGENIERÍAS
INGENIERÍA EN ALIMENTOS
PALMIRA
2010

VARIABLES DE PROCESO QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LA CREMA DE LECHE

JACKELINE MONTILLA ARCE
MAURICIO QUIÑONES TIGREROS

PROYECTO DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

Director del trabajo de grado:

JAIME RICARDO MARTINEZ
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍAS E INGENIERÍAS
INGENIERÍA EN ALIMENTOS
PALMIRA
2010

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del presidente del jurado

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

Palmira, Abril de 2010

Dedicatoria

A Dios, por ser nuestro creador, amparo y fortaleza, cuando más lo necesitamos, y por hacer palpable su amor a través de cada uno de los que nos rodeó.

A nuestros padres, amigos, pareja, hija y profesores, que sin esperar nada a cambio, han sido pilares en nuestro camino y así, forman parte de este logro que nos abre puertas inimaginables en nuestro desarrollo profesional.

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios, por amarnos tanto y regalarnos estos años que hoy reflejan el primer fruto, de muchos que vendrán, y que son producto de nuestra constancia y perseverancia.

A nuestros padres y abuelos que nos han regalado el derecho de crecer, y que en este proceso han estado con nosotros, aunque para la mayoría distantes, deben saber, que son el motor de nuestra motivación… los amamos.

A nuestros amigos, sobre todo a ustedes Mónica y Olga, que en todo tiempo nos han apoyado y ayudado. A todos quienes no podemos nombrar porque sería una gran lista, sólo les decimos que: "En todo tiempo nos amamos los amigos, porque son como hermanos en tiempo de angustias", y en nuestro desarrollo ha sido una realidad.

A nuestros profesores, que hoy pueden ver un reflejo de lo que han formado y que sin duda han calado hondo en nuestras vidas, permitiéndonos escoger esta profesión, por el amor que hemos visto reflejados en su desarrollo profesional.
Al director guía, Jaime Ricardo Martínez, que ha sido una gran ayuda y que sobre todo, nos ha sabido entender, aconsejar y guiar, en este proceso.

Por último, a cada una de los que formamos parte de este proyecto… Gracias por conocernos, y porque supimos callar y hablar, en pro de nuestro labor.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS

Pág.

LISTA DE FIGURAS

Pág.

LISTA DE ANEXOS

Pág.

RESUMEN

Productos Naturales de la Sabana es una empresa procesadora de productos lácteos ubicada en Cajica y es la planta principal de la compañía ALQUERIA, quien abastece las otras unidades de negocio que se encuentran en diferentes ciudades del país y solo procesan leche UHT en polietileno de alta densidad. La unidad de negocio de Occidente acepta el reto de producir crema de leche UHT para suplir las necesidades de ventas del Sur-Occidente Colombiano y por lo tanto se inicia la estandarización del proceso, con pequeños adelantos en la formulación la cual es validada y entregada por la planta principal.

Con la finalidad de aportar y contribuir a la compañía, se inician los ensayos programados para recopilar la información experimental y compararlas con los procesos ya estandarizados en fuentes documentales. Inicialmente se realiza la primera producción de crema de leche obteniendo resultados no satisfactorios, por esta razón nace la necesidad de realizar un trabajo investigativo que permita controlar y verificar cada una de las variables del proceso productivo, para la obtención de una crema de leche UHT que cumpla con los parámetros de calidad e ingresarla en el portafolio de producción como un producto disponible para la oferta.

A medida que se realizan los ensayos no se logran las características de la crema deseada, por esta razón se continúa con los mismos y se modifican las variables que afectan y causan daños al glóbulo graso de la crema de leche, por lo tanto se realizaron las siguientes modificaciones en la línea de producción:

1) Disminución en el tiempo de retención de pasteurización y esterilización en el equipo UHT.
2) Validación de la formulación
3) Estandarización de la línea de proceso.

Con los cambios anteriores se obtiene una crema de leche conforme a los parámetros físico-químicos y con mayor textura si se compara con el estándar de la planta principal.

Palabras claves: Cizallamiento, Punto de fusión, Esterilización, Pasteurización, Fase lipidica, Emulsión.

1. INTRODUCCIÓN

un cuerpo espeso y es de color crema, se forma dejando la leche en reposo luego de su ordeño o bien utilizando sistemas de centrifugado. Desde el punto de vista fisicoquímico, la crema es una emulsión tipo “grasa en agua”, al igual que la leche, pero con mayor viscosidad, la cual depende de su contenido de grasa y de los tratamientos industriales a los cuales se somete.

Debido a su valor nutritivo tiene una moderada demanda, es muy utilizada como ingrediente en la producción de otros alimentos (Repostería, postres, sopas etc.). En la actualidad hay muchas industrias que se dedican a su procesamiento, encontrándose en el mercado diferencias en cuanto a calidad y precio, siendo los factores antes mencionados quienes determinan su consumo por la población.

En este orden de ideas, ALQUERIA DE OCCIDENTE pretende obtener mediante una serie de operaciones y procesos una crema de leche con las mismas características de la que hoy día produce la planta principal, que cumple con todas las especificaciones y es preferida por sus características físico-químicas.

El desarrollo de este trabajo plantea un gran reto, porque la planta de Palmira desea ingresar en su portafolio de producción la crema de leche con los equipos disponibles, para optimizar la capacidad instalada y generar una ventaja competitiva. Con el fin de dar cumplimiento a este propósito, se inician las primeras producciones con resultados no satisfactorios y se encuentra que el procesamiento de la crema de leche requiere un control estricto en cada una de sus variables. El defecto de calidad en el producto terminado crea la necesidad de revisar, evaluar y dar soluciones para estandarizar la línea de proceso con el objetivo de obtener un producto terminado que cumpla con los parámetros de calidad establecidos.

Teniendo en cuenta las primeras producciones, se establece un plan de trabajo con el uso de la investigación experimental que permitió la planificación de las acciones y el inicio de los ensayos con la recopilación minuciosa de datos y el cuestionamiento de cada uno de los resultados para establecer los puntos de control del proceso. La línea investigativa que se utilizo es la gestión del desarrollo ingenieril de sistemas en producción de alimentos, lo cual sirvió como guía para la generación de conocimiento,logrando la recopilación de información sobre un tema industrial poco estudiado, lo que lo hace útil para la industria láctea ya que contiene documentación de difícil acceso.

El presente trabajo de investigación consolida los ensayos ejecutados a escala industrial del proceso de crema de leche UAT (UHT). Todas las producciones realizadas permitieron la recolección de datos experimentales que contribuyeron a la estandarización y normalización de la producción de crema en la planta de Palmira, el número de ensayos realizados dependieron de la disponibilidad de equipos en planta, razón por la cual se planificó el desarrollo de cada uno de ellos para aprovechar al máximo el tiempo disponible, además todos tuvieron como partida un volumen fijo de crema de leche para agilizar el tiempo requerido para su procesamiento y minimizar las pérdidas por producto que no es apto para la venta, al no cumplir con los parámetros de calidad

2. GLOSARIO

AGREGACIÓN: se origina como consecuencia de las fuerzas de atracción intermoleculares, el tamaño de gota permanece constante y la distribución inicial se puede conseguir por agitación.

CARRAGENINA: es un hidrocoloide extraído de algas marinas rojas de las especies Gigartina, Hypnea, Eucheuma, Chondrus y Iridaea. Es utilizada en diversas aplicaciones en la industria alimentaria como espesante, gelificante, agente de suspensión y estabilizante, tanto en sistemas acuosos como en sistemas lácticos. La carragenina es un ingrediente multifuncional y se comporta de manera diferente en agua y en leche. En el agua, se presenta, típicamente, como un hidrocoloide con propiedades espesantes y gelificantes. En la leche, tiene, además, la propiedad de reaccionar con las proteínas y proveer funciones estabilizantes.

CICLO TÉRMICO: se denomina ciclo termodinámico a cualquier serie de procesos termodinámicos tales que, al transcurso de todos ellos, el sistema regrese a su estado inicial; es decir, que la variación de las magnitudes termodinámicas propias del sistema sea nula.

CITRATO DE SODIO: se utiliza como potenciador de sabor en bebidas gaseosas; en dulces y jaleas como estabilizador de pH; en quesos, evita la separación de la grasa y ayuda a controlar el cuerpo y la textura del producto durante el proceso de fabricación.

CIZALLADURA: es el esfuerzo que soporta una pieza cuando sobre ella actúan fuerzas contenidas en la propia superficie.

COALESCENCIA PARCIAL: es una aglomeración irreversible de glóbulos grasos que se mantienen unidos gracias a una combinación adecuada de grasa cristalizada y grasa líquida. Los glóbulos mantienen su identidad individual mientras se mantenga la estructura cristalina en su interior, por lo tanto dependen de la temperatura, puesto que, si los cristales se funden los glóbulos coalescerán totalmente.

CREMA DE LECHE: es una sustancia, de consistencia grasa y tonalidad blanca o amarillenta, que se encuentra de forma emulsionada en la leche recién ordeñada o cruda (es decir, en estado natural y que no ha pasado por ningún proceso artificial que elimina elementos grasos). Está constituida principalmente por glóbulos de materia grasa que se encuentran flotando en la superficie de la leche cruda; por esto se dice que es una emulsión de grasa en agua.

CRISTALIZACIÓN: es el proceso por el cual se forma un sólido cristalino, ya sea a partir de un gas, un líquido o una disolución. La cristalización es un proceso que se emplea en química con bastante frecuencia para purificar una sustancia sólida.

DISOLUCIÓN: es una mezcla homogénea, la cual a nivel molecular o iónico de dos o más especies químicas no reaccionan entre sí; cuyos componentes se encuentran en proporción que varía entre ciertos límites.

EMULSIÓN: es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea. Un líquido (la fase dispersa) es dispersado en otro (la fase continua o fase dispersante). Muchas emulsiones son emulsiones de aceite/agua, con grasas alimenticias como uno de los tipos más comunes de aceites encontrados en la vida diaria.

FLOCULACIÓN: es un proceso por el cual dos o más gotas se agregan sin perder su identidad individual. En la práctica, en las emulsiones de alimentos, las gotas más grandes (> 2 mm) floculan más rápido y la floculación es promovida por el cremado.

LAVADO CIP: descrito como la circulación de los líquidos de limpieza a través de máquinas, tuberías y otros equipos dentro de un circuito de lavado. Cuando se aplica CIP, la mezcla de agua, detergentes y desinfectantes pasa a gran velocidad y restriega la suciedad en los tubos, los intercambiadores de calor, las bombas, las válvulas y demás equipos en un circuito cerrado.

MICROINGREDIENTES: Vitaminas, minerales, medicinas y otras sustancias que normalmente se utilizan en pequeñas cantidades y se miden en miligramos, microgramos o partes por millón (ppm).

PRODUCCIÓN EN LÍNEA: las operaciones están localizadas en contigüidad inmediata una de otra en la que el material circula continuamente y a una velocidad uniforme por una serie de operaciones balanceadas, que permiten la ejecución total y simultanea.

PRODUCCIÓN POR BACHE: discontinuidad (o interrupción) en algún proceso productivo.

REOLOGÍA: es la parte física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir. La reología es una parte de la mecánica de medios continuos. Una de las metas más importantes en reología es encontrar ecuaciones constitutivas para modelar el comportamiento de los materiales, dichas ecuaciones son en general de carácter sensorial.

RETENCIÓN: Es la longitud y la tasa de flujo determinantes del tiempo del tratamiento térmico.

SOLUBILIDAD: es una medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en otra.

TRATAMIENTO UAT- UHT: ultra alta temperatura es un proceso continuo donde al producto se calienta de 135º a 140ºC para garantizar temperatura de esterilización, la cuál se mantiene durante un lapso pequeño y luego se enfría a temperatura ambiente o por debajo de ésta. El propósito del tratamiento UAT es lograr esterilidad comercial en el producto. En siglas en ingles se conoce como UHT.

UPERIZACIÓN: procedimiento UHT en el cual la temperatura sube hasta 150º C por inyección de vapor saturado o seco durante 1 ó 2 segundos produciendo la destrucción total de bacterias y sus esporas. Después pasa por un proceso de fuerte enfriamiento a 4º C, el líquido esterilizado se puede conservar, teóricamente durante un largo periodo de tiempo.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Alquería de Occidente desea incluir en su portafolio de productos la crema de leche UHT, con el objetivo de crear independencia de la planta principal, eliminar gastos de transporte y demostrar el alto compromiso de la Unidad de Negocio generando mayor rentabilidad.

Esta situación ha hecho que se inicie con la validación del proceso de crema de leche en la planta de Palmira, la cual se ha obtenido con resultados no satisfactorios porque la línea de proceso no cumple con las especificaciones para este tipo de producto debido a que los equipos de pasteurización y esterilización tienen tiempos de retención muy altos, se presentan movimientos excesivos en la línea de proceso por distribución de equipo de pasteurización y tanque de almacenamiento de crema, además influye el procedimiento de mezcla (disolución total de ingredientes); los anteriores factores ocasionan la inestabilidad de la emulsión y la posterior formación de grumos debido a un tratamiento mecánico y térmico excesivo en el proceso industrial.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las variables que se deben controlar en el proceso industrial de crema de leche UAT (UHT)?

¿Por qué si contamos con una formulación que ya ha sido validada en la planta principal, en nuestra unidad de negocio no se obtienen los mismos resultados?

¿Cómo determinar en qué parte del proceso productivo afectamos la calidad de la crema, el equipo de esterilización no es el adecuado para este tipo de productos con alta viscosidad?

4. **HIPÓTESIS**

Los defectos de calidad presentados en la crema de leche UAT (UHT), son la formación de grumos y agregación de proteína a temperatura ambiente, los cuales se incrementan a temperaturas de refrigeración. Los diferentes planteamientos que se presentan a continuación son los puntos críticos en el proceso productivo.

- ✓ Los factores que afectan la estabilidad del producto terminado en almacenamiento, puede ser originado por el esfuerzo mecánico excesivo durante el proceso. Para el transporte de la crema de leche entre equipos y líneas se utilizan bombas centrifugas, la cuales no son recomendadas para este tipo de producto de alta viscosidad.

- ✓ Variables del proceso como temperatura de descreme y tiempos de retención en Pasteurización y Esterilización, no cumplen con la estándares técnicos establecidos.

- ✓ ¿Los equipos disponibles son los adecuados para procesar este tipo de producto? Al ser esterilizadores tubulares cuentan dos retenciones: una de pasteurización con longitud de 13 metros y otra de Ultra Pasteurización con longitud de 113 metros para procesar leche larga vida, para la crema este recorrido afecta su estabilidad porque se aumenta el tiempo de retención por su viscosidad.

- ✓ La formación de grumos en la crema de leche pueden ser causados por exceso de estabilizante en la preparación, pero se pone en duda esta presunción porque en la planta de Cajica la formulación esta validada y es la que actualmente aplican en el proceso productivo de la crema UAT (UHT).

5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar y validar cada una de las variables del proceso de la crema de leche UHT en la Unidad de negocio de occidente, para obtener un producto que cumpla con los parámetros establecidos y sea posible su producción y comercialización.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar los ensayos de elaboración de crema de leche con seguimiento al producto terminado y determinar planes de acción para el siguiente ensayo.

2. Controlar las variables de proceso que influyen en la calidad del producto. (P, ºT, t).

3. Determinar si los equipos utilizados en el proceso son los adecuados. (Esfuerzos mecánicos).

4. Validar la formulación inicial dada por la planta principal.

6. JUSTIFICACION

Es de relevante importancia realizar la investigación para producir la crema de leche UHT en esta unidad de negocio, porque genera una ventaja competitiva, permitiendo la eliminación de los costos de transporte y dar mayor productividad a nuestra planta porque logramos optimizar los recursos operacionales. Por otra parte es importante mencionar que debemos dar cumplimiento a las directrices corporativas porque todas las unidades de negocio deben ser autosuficientes en todos sus procesos. Bajar costos y aprovechar al máximo la capacidad de producción son dos premisas que en tiempos de crisis conforman la situación ideal a la que cualquier industria desea llegar, sin resignar calidad.

Alquería de occidente mide la eficiencia de su proceso productivo a través del porcentaje de utilización de la capacidad instalada, la cual no se aprovecha en un 100% porque su portafolio de productos solo involucra leche larga vida envasada en polietileno de alta densidad.

Dar inicio al proceso de crema de leche en nuestra planta dará como resultado un incremento en la productividad, pues los costos de producción disminuirán e indicadores como Kw, litros agua, litros de combustible por litro producido bajarán, incrementando el indicador de eficiencia productiva de envasadoras y equipos de proceso, mejor aprovechamiento del recurso humano que está disponible para asumir este nuevo proceso sin incrementarlo, todo ello redundará en un incremento de nuestro margen bruto, generando un balance de pérdidas y ganancias con mayores utilidades.

7. ANTECEDENTES

El mundo de los lácteos es un campo bastante extenso y de amplias aplicaciones técnicas, ingenieriles e incluso artísticas que hacen de un proceso de conservación, todo un abanico de posibilidades, sabores, aromas y sensaciones que además de brindar altos niveles de nutrición y beneficios, proporciona muchas oportunidades de generar valor agregado y desarrollo a los productores lácteos colombianos y del mundo.

El siglo XX es el periodo de tiempo donde la leche y los lácteos sufren una fuerte expansión en su consumo a lo largo de todo el planeta, las mejoras en los métodos artificiales de ordeño, alimentación y las mejoras en selección artificial de las especies, los avances tecnológicos en los procesos de transporte y refrigeración, hicieron que se produjera la paradoja de la «sobreproducción» (paradójico, ya que se empezaba a extraer más leche con menos vacas). No obstante la evolución del mercado de lácteos es diferente dependiendo del tipo de lácteos, pues la demanda de la crema de leche no es pareja con la del queso y a veces sufren desviaciones en los mercados.

El proceso de crema de leche en Colombia se ha ido tecnificando gracias a la variedad de equipos que están disponibles en nuestro país, Hoy día mejorar los procesos no está fuera del alcance de las empresas, Productos Lácteos de la Sabana muestra y certifica lo anterior con su participación en el mercado con la crema de leche UAT (UHT).

Nuestra Unidad de Negocio de Occidente lleva 3 años operando en Palmira (Valle) y cuenta con una infraestructura con capacidad para producir 190.000 litros diarios de leche tipo larga vida y desea expandir su portafolio de productos lácteos,

iniciando con la crema de leche UHT que presenta gran demanda en esta región del País.

8. LIMITACIÓN DEL ESTUDIO

Llevar a término los ensayos a escala industrial involucra dedicar tiempo operacional de la planta, los equipos deben estar disponibles solo para el envasado de crema de leche porque se acondicionan las líneas para este proceso, además el equipo requiere lavados CIP y su posterior esterilización, antes y después de su envasado, generando menor producción de leche larga vida. Lo anterior limita el número de ensayos a realizar porque afectan la productividad de la planta.

9. MARCO CONCEPTUAL

9.1 GENERALIDADES DE LA CREMA E LECHE

La crema de leche es el resultado de concentrar la materia grasa de la leche, y en ella, la grasa esta principalmente en forma d glóbulos protegidos por membranas. Los tipos de crema de definen en primer lugar por el contenido de grasa (Tabla 3), y en segundo, por el tratamiento térmico recibido (pasteurización, UHT, o esterilización en el envase) y por otros tratamientos diseñados para conferir a la nata características particulares (crema coagulada, crema montada, etc.).[1]

Tipo	***Contenido mínimo de grasa (%)***
Crema liquida	18
Crema ligera	10-18
Doble crema	45
Crema para montar	28
Crema para montar rica en grasa	35

Fuente: Normatividad de la Organización Mundial de la Salud sobre el contenido graso de la nata.

La tecnología básica del procesado de la crema de leche es relativamente sencilla y la etapa clave – desnatado y estandarización- es común a todos los tipos de crema. La homogenización y otras manipulaciones posteriores al descremado se pueden llevar a cabo para obtener cremas con diferentes propiedades. El proceso de fabricación de la crema pasteurizada se resume en la (Figura 1).

[1] VEISSEYRE, Roger. Lactología Técnica. 3 ed. Santiago de Chile. Acribia. 1987. Pág. 194

9.2 CLASIFICACIÓN

9.2.1 Crema ligera y crema líquida: La homogenización es fundamental para la crema ligera y liquida, por una parte, para obtener una viscosidad aceptable, y por otra, para evitar la separación de la fase grasa del suero. Para prevenir este ultimo problema es necesario aplicar presiones de utilizadas en la practica, pueden variar según las características de la leche original. La crema liquida se somete normalmente a una homogenización en una sola fase a una presión de hasta 25 Pa; mientras que para obtener una viscosidad aceptable es la crema ligera, se necesitan presiones mayores, de hasta 30 Pa. En ambos casos se utiliza una temperatura de homogenización de 55°C.[2]

9.2.2 Crema doble: La homogenización no es necesaria para la crema doble, con la excepción de la sometida a esterilización UHT. Se pueden utilizar la homogenización, un enfriamiento controlado, o una combinación de ambos procesos para producir cremas pasteurizadas (extra-viscosas), de mucha mayor viscosidad que la normal. La homogenización en una fase se realiza a presión de 3,5 Pa, o menos, a 55°C.

Un procedimiento normal de enfriamiento consiste en enfriar la nata a 20-25°C, envasarla en recipientes para la venta y complementar el enfriamiento en un almacén refrigerado. Los microorganismos alternantes y muchos potencialmente patógenos, son capaces de crecer rápidamente durante el enfriamiento y la nata elaborada por este sistema, es normalmente de una calidad microbiológica inferior a la de otras variedades.

---

[2] ibíd. Pag 211

La utilización de la homogenización en combinación con un enfriamiento controlado, permite producir natas con un amplio rango de viscosidades. Muchos tratamientos han sido desarrollados para producir una crema con las propiedades deseadas, dentro de las limitaciones del equipo disponible. Sin embargo, en todos los casos la necesidad de garantizar una seguridad y estabilidad microbiológicas debería ser el factor decisivo.

9.2.3 Crema batida o montada: La calidad de la crema para montar se valora por su capacidad para formar, por incorporación de aire, una crema montada relativamente solida, la viscosidad de la crema en el momento de extraerla del envase no es una cualidad importante y, de hecho, una viscosidad elevada es indeseable debido a que se requiere un trabajo mecánico superior durante el montado.

Con la excepción del producto esterilizado UHT, la crema para montar no debería ser homogenizada, ya que incluso las presiones muy bajas que se utilizan para romper los acúmulos de grasa, provocan cambios en la membrana del glóbulo graso que afectan a las propiedades de batido. De hecho, la manipulación de la crema para montar debería ser incluso más suave que la de otros tipos. La homogenización de la crema para montar debería ser incluso más suave que la de otros tipos. La homogenización de la crema para montar esterilizada UHT, es esencialmente un compromiso entre la necesidad de prevenir la separación y la alteración de las propiedades del montado. Las presiones de homogenización que se utilizan son relativamente bajas, normalmente en un rango de 3,5-7 Pa, y el proceso puede ser en una o en dos fases. Los glóbulos grasos de un tamaño de 15-20 micras se consideran como óptimas para realizar el montado. El batido de la crema UHT se mejora con un desnatado a bajas temperaturas y la adición de iones de calcio, aunque esto da lugar a una baja estabilidad durante el almacenamiento.

Las cremas con alto contenido de grasa dan lugar a una crema montada mas estable, pero a niveles de grasa de un 40%, se pierde la ligereza característica de la crema montada. La práctica comercial indica que por razones económicas, el contenido de grasa debe ser lo mas bajo posible. Normalmente, se considera que un contenido de grasa del 38% es suficiente para mantener la crema montada estable durante un periodo de almacenamiento relativamente largo, aunque cuando el consumo es más o menos inmediato, el contenido graso de la crema puede ser menor.

El montado de la crema es más eficaz a bajas temperaturas, en las que una elevada proporción de la grasa está en estado solido. Se requiere de un cuidado especial durante la refrigeración de la crema para evitar un enfriamiento excesivo, con el consiguiente daño a la membrana del glóbulo graso. Este daría lugar a una mayor viscosidad y a un empeoramiento de las cualidades del montado. La cristalización de la grasa es una configuración estable (maduración) no es inmediata y dura varias horas. Esto no tiene graves consecuencias, puesto que los sistemas de distribución en refrigeración que se utilizan suponen una maduración de la crema durante el tiempo de almacenamiento y transporte.

El montado de la crema es mas sencillo desde el punto de vista tecnológico y a nivel comercial implica la utilización de una batidora mecánica que agita la crema mediante un movimiento elíptico e incorpora aire a la masa. Para asegurar la máxima estabilidad de la crema, esta debe estar a una temperatura de 2-5°C y el equipo de batido debe estar preenfriado. Desde un punto de vista económico es deseable conseguir, mediante la incorporación de aire, al mayor incremento de volumen posible en la crema, manteniendo el mismo tiempo la estabilidad y la calidad adecuada para el consumo.[3]

---

[3] ibíd. Pag 212-213

9.2.4 Crema congelada: Cuando se va a utilizar la nata exclusivamente como un ingrediente cuya estructura no es importante, se puede congelar sin precauciones especiales. En otros casos, cuando se requiere que las propiedades de los productos descongelados sean lo más parecidas a las de la nata natural, es esencial realizar una congelación rápida para evitar causar daños a la membrana del glóbulo graso. En el Reino Unido se utiliza habitualmente un sistema para congelar crema en congeladores de polos modificados. En este sistema se introduce crema en moldes cilíndricos que se congelan por inmersión en cloruro de calcio a -30°C. la eficacia de esta operación esta reducida por la alta viscosidad de la crema, que puede ser controlada realizando un descremado a altas temperaturas. Una crema con alto contenido en grasa no puede ser refrigerada por debajo de 10°C, ya que alcanza una viscosidad inaceptable y debe ser almacenada por un periodo no superior a 4 horas antes de su congelación.[4]

Existen diferentes alternativas para la congelación incluyendo la congelación en túnel en envases de cartón, que es especialmente adecuado para la crema coagulada, relativamente insensibles a los efectos de la congelación. Hay otros equipos que aseguran una congelación rápida por pulverización de un refrigerante, normalmente polipropilenglicol en agua, sobre una cinta o tambor de acero inoxidable que transporta una capa de crema.

Tanto la crema congelada como la crema en polvo, son susceptibles a la lipolisis durante el almacenamiento y el tratamiento térmico previo a la congelación debería ser suficientemente profundo como para destruir las lipasas. Esto supone someter a la nata a una pasteurización alta, a 82°C, durante tiempo corto.

---

[4] ibid, pag 216-217

9.2.5 Crema en polvo: La crema en polvo se puede considerar como un producto lácteo desecado con un contenido de grasa mayor que el de la leche entera en polvo, dependiendo de la crema original, el contenido graso varia del 40 al 70% y el contenido de agua es menor del 2%. Normalmente se utiliza el sistema de secado por atomatización y aunque en la etapa de secado no suelen presentarse problemas, si se producen dificultades en el manejo del polvo caliente. La grasa se encuentra en estado líquido cuando deja la cámara de secado y es muy fácil que se produzca la rotura de la membrana del glóbulo graso, con el consiguiente desplazamiento. Habitualmente, se añaden sólidos no grasos como el caseinato sódico, y un carbohidrato transportador (lactosa, sacarosa o glucosa) para encapsular y proteger a los glóbulos grasos. No es recomendable la filtración ciclónica porque se forman depósitos en las paredes del ciclón y se colmatan los filtros. Una buena solución consiste en eliminar el polvo del desecador con una cinta transportadora y enfriar en el lecho fluido para solidificar la grasa.[5]

La crema en polvo es susceptible a la oxidación, su fabricación requiere de un tratamiento térmico elevado previo a la desecación, para inactivar las lipasas, y la adición de antioxidantes antes del almacenamiento. También se debería de añadir un agente antiapelmazante como el silicato de calcio y la temperatura de almacenamiento debe ser lo suficientemente baja como para mantener la grasa en forma solida y evitar el apelmazamiento. La crema en polvo tiene una funcionalidad limitada y para su reconstitución hay que aplicar una emulsificación y homogenización especiales. Sin embargo, el producto se utiliza como ingrediente actuando como concentrado de grasa láctea.

[5] ibíd. Pag 217-218

9.3 ESPECIFICACIONES CREMA DE LECHE

Tabla 1. Especificación crema de leche

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS		CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	
Acidez (% m/m	0.08 - 0.12	Recuento total de:	
pH a 20 °C	6.4 - 6.7	Coliformes totales (UFC/g)	< 10
Densidad 5°/15°C (g/ml)	0.85 – 1.0	Microorganismos mesófilos (UFC/g)	< 10
Grasa (%m/m)	28 -34	Hongos y Levaduras (UFC/g)	< 10

Fuente: Productos Naturales de la Sabana Alquería

9.4. PROCESO INDUSTRIAL DE LA CREMA DE LECHE

9.4.1 Recepción de la leche

La calidad de la leche cruda debería ser la misma que se exige para la leche destinada al mercado de la leche líquida. Es importante que la leche no presente olores extraños procedentes de la alimentación, ya que se distribuyen en la fase grasa y por lo tanto dan lugar a un importante defecto en la nata. El alto contenido de grasa de la crema, también supone que los problemas debidos a las enzimas lipolíticos de las bacterias psicrótrofilas son potencialmente mayores por lo que el periodo de refrigeración de la leche cruda debe ser cuidadosamente controlado y no debería de exceder de 24 horas. En condiciones ideales, la leche debería ser procesada inmediatamente después de tu recepción, pues el descremado es menos eficaz cuando se prolonga el tiempo de almacenamiento.[6]

[6] ibíd. Pág. 194-196

Los cambios estacionales en la composición de la leche, pueden modificar la viscosidad de la crema. La crema de leche tiende hacer más blanda durante los meses de invierno, cuando las vacas se alimentan de pastos, se produce una crema de menor viscosidad. El número de glóbulos grasos con un diámetro menor a 0,8 micras (glóbulos que no se pueden separar) aumentan hasta el final de la lactación por lo que las perdidas de grasa en la leche desnatada son mayores.

En los procedimientos de manipulación de la leche para el descremado es necesario evitar el daño al glóbulo graso con el consiguiente aumento de las perdidas de grasa en la leche desnatada. La incorporación de aire durante el bombeado también reduce la eficacia del descremado y debe evitarse utilizando las bombas y las tuberías adecuadas.

9.4.2 Descremado y estandarización (Adición de sales)

El descremado implica la concentración de los glóbulos grasos de la leche y si posterior separación del suero. El proceso se rige por la ley de Stokes que se puede expresar de forma simplificada como:

$$R = r^2 \times F$$

Donde R es la velocidad de separación, r es el radio del glóbulo graso y F es la fuerza aplicada. El sistema tradicional del desnatado se basa en la gravedad como fuerza aplicada, pero este proceso es lento y poco eficaz y en los países industrializados se emplean solo a pequeñas escalas. Las descremadoras centrifugas se han utilizado desde hace mucho años y permiten un descremado rápido y eficaz. Aunque se aplican las fuerzas centrifugas extremadamente altas, la variabilidad en el radio de los glóbulos grasos hace que, en la práctica, una proporción de los glóbulos más pequeños nunca se pueden separar, y el suero de leche (leche descremada) contenga normalmente un 0,06% de grasa.

En la etapa de estandarización se adicionan tripolifosfato de sodio para estabilizar la caseína de la leche. Las micelas de caseína se desestabilizan fundamentalmente por dos procesos: Por la acidez, y por la proteólisis de la caseínaκ.

La acidez tiene dos efectos: En primer lugar, según va bajando el pH se van rompiendo los enlaces entre los grupos fosfato y el ion calcio, al reducirse la ionización de los fosfatos. En segundo lugar, las repulsiones entre las micelas se reducen, al acercarse el pH al punto isoeléctrico de las caseínas. A un pH de alrededor de 4,5 (y a una temperatura superior a 20ºC) las caseínas se agregan, formando una cuajada poco mineralizada.[7]

9.4.3 Homogenización

La necesidad y la preferencia por la homogenización varían de acuerdo con la naturaleza del consumidor al que va destinado el producto final. Los homogenizadores utilizados son de idéntico diseño a los utilizados para la homogenización de la leche líquida y son adecuados para todos los tipos de crema. Desde un punto de vita higiénico es preferible realizar la homogenización antes de la pasteurización u otro tratamiento térmico, reduce los problemas de rancidez causado por las lipasas de la leche, por lo que algunos fabricantes prefieren este orden de procesado. La homogenización después del tratamiento térmico se suele considerar como una necesidad cuando la crema ha sido esterilizada por tratamiento UHT.

---

[7] CALVO, Miguel. Bioquímica de los alimentos, Caseínas de la leche. Disponible en http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/caseina.html

9.4.4 Tratamiento térmico

Con la excepción de unas cantidades muy pequeñas de una crema que se comercializan como crema no tratada, toda la crema vendida debe de ser pasteurizada y procesada de otra forma para garantizar la seguridad higiénica.

9.4.4.1 Pasteurización

La pasteurización puede realizarse por el método de baja temperatura-largo tiempo (LTLT) o de alta temperatura-corto tiempo (HTST). El método LTLT es utilizado por los pequeños fabricantes, estipulándose como mínimo un tratamiento de 63°C durante 30 minutos. Debido a la viscosidad de la crema la transferencia de calor puede ser un problema u las cubas donde se hace el calentamiento deben estar equipadas con los medios adecuados para realizar la agitación. Sin embargo, la agitación no debe ser excesiva y se consigue de forma más efectiva utilizando un serpentín móvil con doble camisa, por el que circula el medio de calentamiento o agua de refrigeración. Para minimizar la posibilidad de contaminación, la misma cuba debe utilizarse para enfriar y para calentar.

La crema se debe enfriar tan rápidamente como sea posible después de la pasterización, aunque en algunos casos la velocidad de enfriamiento se ajusta para conseguir las propiedades reológicas deseadas. El envasado ha de realizarse directamente tras el enfriamiento, para evitar problemas asociados con un producto más espeso. Se utilizan recipientes preformados de poliestireno o polipropileno, normalmente cerrados con una capa de aluminio. El polipropileno es el material preferido debido a su menor costo y a que causa menos problemas de olores extraños. La crema también se envasa en grandes cantidades para su uso en la alimentación de colectividades, y para su utilización las latas de metal que se

empleaban antes, han sido reemplazadas por cajas de cartón con bolsas en su interior.

9.4.4.2 Esterilización

La esterilización UHT de la crema implica los mismos principios y prácticas que la esterilización UHT de la leche, se recomienda una reducción mínima de 9D en el numero de bacterias formadoras de esporas y la necesidad de un tratamiento más riguroso se refleja en la legislación que estipula un tratamiento mínimo de 140°C durante 2 segundos (o una combinación con el mismo efecto). No obstante, el tratamiento mínimo permitido no elimina totalmente los problemas de alteración debido a la supervivencia y crecimiento de las endosporas, que son muy termorresistentes. Aunque se puede emplear indistintamente un sistema directo o indirecto, con el tratamiento directo se obtiene un producto de mejor calidad. Sin embargo se pueden producir unas altas fuerzas de cizalla en el punto de mezcla que, en combinación con el calor, pueden producir inestabilidad en la emulsión de la crema.

Durante el almacenamiento de la crema UHT se puede producir cambios físicos indeseables, como la formación de una capa de crema y la aglomeración de la grasa. Por lo tanto, la homogenización es necesaria para todos los tipos de crema UHT, incluida la crema para montar, con el objetivo de evitar el fenómeno de formación de una capa de grasa. Desde el punto de vista operacional, es mejor que el homogenizador se coloque antes de la esterilización, puesto que así no son necesarias condiciones asépticas, después de la fase de calentamiento. En algunas plantas se busca un compromiso en la disposición, colocando la bomba de alta presión del homogenizador en la sección de calentamiento y la válvula de homogenización después, en la sección de enfriamiento. El descremado de la leche a altas temperaturas y la adición de quelantes del calcio permitidos, mejoran la estabilidad de la crema tratada por UHT pero afectan a las propiedades de batido.

9.5 INGREDIENTES DE LA CREMA DE LECHE

9.5.1 Carragenina

Es el tipo de estabilizante utilizado en la crema de leche UHT, pertenece a Kappa I y II. Diferencias químicas de las carrageninas: El contenido y posición de los grupos éster sulfato determinan las diferencias primarias entre las carrageninas, obteniéndose principalmente:

Kappa I (κI), esta carragenina es la de mayor poder de gelificación. Posee un contenido de éster sulfato entre un 24% y un 25%, y entre un 35% y un 40% de 3,6 AG. Debido al alto contenido de 3,6 anhidro galactosa, este tipo de carragenina produce geles firmes y quebradizos en agua con alta sinéresis. Requiere de alta temperatura para su completa disolución (aproximadamente 75ºC), impartiendo baja viscosidad al sistema en el cual es aplicada Kappa II (κII), es la carragenina con mayor reactividad con la leche. Posee un contenido entre un 25% y un 28% de éster sulfato y entre un 32% y un 34% de 3,6 anhidro galactosa. Forma geles firmes y elásticos en agua y leche con moderada sinéresis. Posee una muy alta reactividad con las proteínas lácteas y requiere de temperatura para su completa disolución (aproximadamente 71ºC).[8]

Es muy importante que las proteínas de la leche estén lo menos desnaturalizadas posible para maximizar la reactividad de la carragenina con la proteína.

---

[8] ALARCÓN, Yiria S. Evaluación del uso de carragenina en bebidas lácteas fermentadas. Disponible en < http://cybertesis.uach.cl:8080 /sdx/uach/notice.xsp>.

Debido a la alta reactividad de la carragenina en sistemas lácteos, se necesitan solo 0,2% para obtener un gel firme en leche, mientras que se requiere entre un 1,0 y 1,5% de la misma carragenina para formar un gel en agua. En cambio, la gelatina para formar un gel de propiedades similares a la carragenina, necesita de una dosis de un 4,0 a un 5,0% de concentración.

Cabe destacar que los productos antes de someterlas a tratamiento térmico, se veían estables, sin separación de fases, pero después de someterlas a tratamiento térmico en ambas carrageninas se produjo una separación, siendo en el producto con carragenina G-HV mucho mayor que con el producto elaborado con carragenina A-LP Kappa.

9.5.2 Citrato de Sodio

Dentro de las funciones que cumple en la elaboración de la crema de leche se encuentran: regulador de acidez, antioxidante, emulgente, secuestrante, estabilizador.[9]

El uso se propone para los preparados para lactantes y preparados complementarios. El procedimiento térmico para los preparados para lactantes y preparados complementarios elaborados a partir de leche de vaca da lugar a una desnaturalización y aglomeración de las proteínas. En casos extremos el resultado es una separación en fase de la grasa y de las proteínas.

---

[9] VELASQUEZ A, Joaquín. Departamento De Educación y Ciencias Sociales Universidad Interamericana De Puerto Rico. En http://ponce.inter.edu/cai/reserva/jvelazquez/aditivos.html

La adición de citrato de sodio o potasio mejora la estabilidad térmica. Durante el tratamiento térmico, la caseína de la leche se cuaja debido al calcio ionizado sobrante. La adición de citrato de sodio o potasio hace complejos los iones de calcio libres, con lo que se disminuye esta coagulación.

9.5.3 Azúcar

Se denomina azúcar a la sacarosa, cuya fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, también llamado azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera.[10] La adición de azúcar a la crema de leche es para reforzar la mezcla y reducir el riesgo de excederse batiendo.

9.6 FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES DE LA CREMA

9.6.1 REOLOGÍA

Los fluidos constituyen la mayor parte de los alimentos que ingiere el hombre; los adultos consumen más productos líquidos y pastosos que alimentos sólidos por la facilidad de ingestión y digestión; en los niños y recién nacidos la importancia de los alimentos fluidos y particularmente líquidos es fundamental. Cuando un alimento se procesa, el mismo esta sujeto a un movimiento constante; en la práctica es muy difícil pensar en un producto que no requiera movilización.[10]

[10] Alvarado, J. de D. ´´**Principios de ingeniería aplicados a Alimentos**´´. Ed. Radio comunicaciones, Quito, Ecuador. 1996. P 180

Varias son las razones para determinar las propiedades reológicas de los alimentos. Son básicas en la ingeniería de procesos para el diseño de plantas, el cálculo de requerimiento de bombeo; para establecer dimensiones de tuberías y válvulas; para realizar mezclas; además se utilizan en el cálculo de operaciones básicas de transferencia de calor, masa y cantidad de movimiento.

También se aprovechan para control instrumental de calidad del material crudo previo al procesamiento, de productos intermedios durante la manufactura, y de los productos finales después de la producción.

Permiten elucidar la estructura o composición de alimentos y analizar los cambios estructurales que ocurren durante un proceso. Se definen a los fluidos como las sustancias que fluyen sin desintegrarse cuando se aplica una presión, lo cual incluye líquidos, sólidos y gases.

En especial para el caso de los líquidos se requieren diferentes esfuerzos de cizalla, para permitir que las moléculas de una capa pasen a otra a cierta velocidad. La relación entre el esfuerzo de cizalla requerido para inducir una determinada velocidad de deformación en cizalla, caracteriza el comportamiento reológico de un fluido.

En los fluidos llamados newtonianos, el esfuerzo cizalla es directamente proporcional a la velocidad de deformación en cizalla o, abreviadamente, velocidad de cizalla y la constante de proporcionalidad correspondiente a la viscosidad. Muchos fluidos alimentarios se desvían de este comportamiento; pertenecen al grupo de los fluidos no-newtonianos, en los cuales el término índice de consistencia es equivalente a una viscosidad no-newtoniana. Pero para definir el flujo se requiere de otros términos: el índice de comportamiento al flujo, y en

ciertos casos, el esfuerzo de fluencia (tensión mínima de deformación o umbral de fluencia).

9.6.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS FLUIDOS

Un fluido es una sustancia o medio continuo que se deforma continuamente en el tiempo ante la aplicación de una solicitación o tensión tangencial sin importar la magnitud de ésta. Los fluidos se pueden clasificar de acuerdo a diferentes características que presentan en:

- ✓ **Fluidos Newtonianos**

Los fluidos newtonianos son llamados así después de que Isaac Newton describiera el flujo viscoso.[11]

El fluido newtoniano no posee propiedades elásticas, es incompresible, isotrópico y carente de estructura y, como el sólido de Hooke, no existe en la realidad. Sin embargo, muchos líquidos reales muestran un comportamiento newtoniano en un amplio rango de esfuerzos cortantes. Estos líquidos son a los que los reólogos se refieren como “líquidos newtonianos” (Muller, 1973). [12]

El comportamiento reológico de un fluido newtoniano se representa de la siguiente manera: un fluido está contenido en entre dos placas paralelas.

[11] BIRD, R. B, STEWART, E.N, LIGHTFOOT, ´´**Fenómenos de Transporte**´´. Ed. Reverte, 1988. P 1
[12] Diccionario Enciclopédico ilustrado OCEANO UNO (1989)

La placa superior es obligada a moverse con una velocidad v, relativa con respecto a la placa inferior, esta fuerza es debida a la aplicación de una fuerza cortante F por unidad de área (se considera que los efectos de borde son despreciables) o lo que es lo mismo, un esfuerzo cortante o tensión de cizalladura. Las capas del fluido en contacto con las placas se considera que se mueven a la misma velocidad que la superficie con la que están en contacto, lo que supone que no tiene lugar deslizamiento en las paredes.

Entonces el fluido se comporta como una serie de capas paralelas, o láminas, cuyas velocidades son proporcionales a su distancia a la placa inferior. Así, el comportamiento reológico de los fluidos ideales o newtonianos puede describirse mediante la ley de Newton de la viscosidad, que viene expresada por la ecuación:

$$g = M\acute{y}$$

Que indica que cuando un fluido es sometido a un esfuerzo cortante, g, existe una proporcionalidad directa entre al velocidad de deformación o gradiente de velocidad, ý, que sufre el fluido y dicho esfuerzo cortante.

Esta constante de proporcionalidad, M, es el llamado coeficiente de viscosidad, viscosidad dinámica o simplemente viscosidad. En este tipo de fluidos la viscosidad sólo depende de la temperatura y composición, siendo independiente del tiempo, de la velocidad de deformación y de la historia previa del fluido. Un número limitado de alimentos muestran características de flujo ideal, entre los que se encuentran algunos tan importantes fisiológicamente como el agua, nutritivamente como la leche y económicamente como las bebidas refrescantes.

- ✓ **Fluidos No Newtonianos**

Son aquellos fluidos que no cumplen la ley de Newton de la viscosidad, por lo tanto, la relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación deja de ser lineal. [13]

Estos fluidos se caracterizan porque su viscosidad no permanece constante cuando la temperatura y la composición permanecen invariables, sino que depende del esfuerzo cortante o gradiente de velocidad y, a veces, del tiempo de aplicación del esfuerzo y de la historia previa del producto o muestra.

Ello es debido a que la constitución física varía al someter el producto a los efectos de rozamiento a lo largo del tiempo. Dado que en este tipo de fluidos la viscosidad no permanece constante.

9.6.2 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

El incremento de la temperatura se traduce en un descenso de la resistencia a fluir que se traduce en un descenso de la viscosidad (aparente o verdadera) o en los parámetros del modelo de flujo.

En el caso de fluidos que obedecen a la ley de la potencia, la variación con la temperatura se produce en el índice de consistencia K, quedando n, índice de flujo, inalterado. La clasificación de los fluidos alimentarios según su comportamiento reológico puede establecerse de la siguiente forma: fluidos Newtonianos y fluidos no Newtonianos.

[13] TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 4° Ingeniero químico (2001)

Estos fluidos se caracterizan porque su viscosidad no permanece constante cuando la temperatura y la composición permanecen invariables, sino que depende del esfuerzo cortante o gradiente de velocidad y, a veces, del tiempo de aplicación del esfuerzo y de la historia previa del producto o muestra. Ello es debido a que la constitución física varía al someter el producto a los efectos de rozamiento a lo largo del tiempo. Dado que en este tipo de fluidos la viscosidad no permanece constante. [14]

9.7 ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN

La más importante cualidad que deben reunir las emulsiones, una vez que han sido preparadas, probablemente es su estabilidad. En una emulsión, la estabilidad viene caracterizada por la ausencia de coalescencia de la fase interna y de la formación de crema, junto con el mantenimiento de su buen aspecto, color, olor y otras propiedades físicas. Algunos investigadores definen la inestabilidad de una emulsión solamente en función de la aglomeración y separación de su fase interna.

La formación de crema resultante de la floculación y concentración de los glóbulos de la fase interna no se considera, algunas veces, como indicio de inestabilidad. Sin embargo, como una emulsión es un sistema dinámico, la floculación y la subsiguiente formación de crema representan un paso previo hacia la completa coalescencia de la fase interna.

[14] Diccionario Enciclopédico ilustrado OCEANO UNO (1989)

Además, en el caso de las emulsiones, la formación de crema representa una falta de uniformidad en la distribución del medicamento activo, que, por consiguiente, a no ser que la preparación se agite antes de administrarla, dará lugar a una variación de la dosificación. La realidad es que el buen aspecto de una emulsión está afectado por la formación de crema y, por tanto, esto constituye un motivo de preocupación, para el preparador de emulsiones, tan importante como la completa separación de la fase interna.[15]

9.7.1 Inestabilidad de una emulsión láctica

La inestabilidad de la crema de leche se evidencia por la formación de grumos después de ser sometida por el tratamiento UAT (UHT). A la luz de la anterior consideración, se llega a la conclusión de que la inestabilidad de las emulsiones puede clasificarse de la siguiente forma:

- ✓ Floculación inducida por homogenización y su medición
- ✓ La estructura del batido de crema y factores que afectan el batido de la crema de leche.
- ✓ El mecanismo por el cual la grasa cristalizada dentro de las gotas de emulsión conduce a la inestabilidad de la emulsión.
- ✓ Y finalmente una evaluación cinética de la inestabilidad de la emulsión en el campo de corte.

[15] DÓNALO F. DAFILING. Desestabilización de las emulsiones de la leche. Reino Unido. Unilever Research Laboratory.

La inestabilidad tiene muchas definiciones, ejemplo, floculación, aglomeración etc. Para el propósito de esta revisión de inestabilidad de emulsión láctea se ha resumido en términos de floculación y coalescencia, colectivamente llamado agregación.

Si por alguna razón las gotas se agregan, la velocidad de descreme aumenta debido a un incremento en el tamaño relativo de partícula. Agregación ocurre principalmente por tres mecanismos, a saber:

- ✓ La separación grasa en leche fresca ha sido atribuida a la precipitación por aglutinación en glóbulos grasos. La naturaleza compleja de este proceso de floculación podría también interpretarse en término de producción de una pequeña interacción mínima de energía. Esto resulta en un atracción débil entre glóbulos, seguido por floculación y rápido descreme.

- ✓ Una segunda forma de agregación ocurre a través de un mecanismo conocido como puente de polímero. Donde un polímero, como la proteína, adsorbe a mas de una gota para formar un puente particula-particula. En crema, esto es normalmente observado durante la homogenización donde las proteínas de la leche actúan como material para puente entre glóbulos grasos. Uno de los factores críticos que afectan la floculación por este mecanismo es la proporción de tensoactivo disponible en la superficie grasa.

- ✓ El tercer proceso de agregación ocurre cuando alguna parte del material de la membrana entre gotas adyacentes es destruida y la agregación se convierte en grasa continua. Si la grasa fuera completamente liquida, la coalescencia ocurriría, pero esto es prevenido por la rigidez de las gotas en si mismas.

9.8 EQUIPOS INVOLUCRADOS

Las tuberías deben estar diseñadas para aportar la turbulencia más adecuada, con lo que se obtiene una transferencia óptima del calor para todos los productos a tratar, permitiendo incluso modificar la capacidad durante la producción. El sistema debe permitir la limpieza con rapidez mediante detergentes químicos sin necesidad de desmontar nada y proveer resistencia a la presión por ser un producto de alta viscosidad o para su homogenización.

Para garantizar el tratamiento térmico es importante tener en cuenta la retención de los equipos, porque son las condiciones necesarias para obtener un producto inocuo en el caso de la esterilización. La retención funciona así: El producto se conduce por la "tubería de retención", estando la longitud y la tasa de flujo determinantes del tiempo de pasteurización o esterilización. La tubería de retención con frecuencia está configurada como una espiral alargada, cuando el producto ha pasado a través de la misma y alcanza el extremo de la tubería de retención, el producto ha sido sometido al tratamiento térmico y es conducido dentro de la segunda cámara en la parte regenerativa del intercambiador de calor, donde se enfría hasta la temperatura de descarga por medio del producto frío que baja dentro del intercambiador de calor.

9.8.1 Pasteurizador

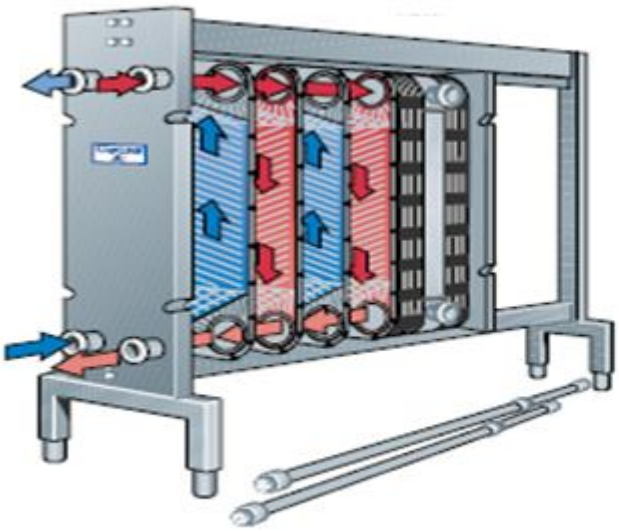
Pasteurizador de placas, con dos zonas de regeneración para aprovechamiento energético: sección de calentamiento, sección de retención para 30 segundos, y una última de enfriamiento. El equipo opera procesando 15.000 L/h de producto, con agua helada de enfriamiento a 30.000 L /h.

El equipo cuenta con un PLC que tiene almacenado el software que permite realizar los lavados en las secuencias de tiempo, recirculaciones y enjuagues programados, sensores y controladores de temperatura que se encargan de monitorear las temperaturas programadas y en caso de no cumplirlas, acciona una válvula diversificadora que retorna el producto fuera de norma a empezar el proceso. También tiene un registrador grafico que evidencia las temperaturas con las que se realizó el tratamiento térmico y una descremadora en línea.

El equipo pasteurizador tiene las siguientes etapas:

- ✓ Etapa de calentamiento a temperatura de pasteurización mediante intercambio de agua caliente - leche.
- ✓ Etapa de recuperación mediante intercambio leche - leche.

Figura 1. Intercambiador de placas



Fuente: Manual de industrias Lácteas

9.8.1.1 Especificaciones del Equipo

- ✓ Flujo: 15.000 L/h
- ✓ Disponible Clarificadora 7.000 L Alfa Laval
- ✓ Temperatura de leche recibida: 2ºC
- ✓ Temperatura regeneración 1: 45
- ✓ Temperatura regeneración 2: 60
- ✓ Temperatura de pasteurización: 78ºC
- ✓ Temperatura de salida: 2 ºC
- ✓ Tiempo de Retención: 30 s

9.8.1.2 Especificaciones recomendadas para crema de leche

- ✓ Tiempo de Retención: 10 s
- ✓ Temperatura de Pasteurización: 90ºC

9.8.2 Esterilizador

Esterilizador multitubos, donde el producto se recibe a 6 °C y por medio de una bomba centrifuga el producto pasa hacia las zonas de calentamiento y al homogenizador, en el cual se reducen los glóbulos de grasa para evitar una posterior separación de fases, luego va a la zona de pasteurización a 90 °C para la estabilización de la proteína y por último a los calentadores principales donde alcanza una temperatura de 135 a 140 °C, y es mantenida por 4.2 segundos, entrando luego a los enfriadores para su envasado de 25 a 35 °C.

Este equipo cuenta con un PLC y una pantalla interfaz táctil donde se puede ver el proceso en línea, en la cual se visualiza el porcentaje de la capacidad y el porcentaje de apertura de las válvulas proporcionales de vapor y agua.

9.8.2.1 Especificaciones del Equipo

- ✓ Flujo: 5400 L/h
- ✓ Homogenizador Neumático
- ✓ Esterilizador multitubo
- ✓ Temperatura de leche recibida: 6ºC.
- ✓ Temperatura de esterilización: 135-140ºC.
- ✓ Tiempo de Retención: 11,2 s

9.8.2.2 Especificaciones recomendadas para crema de leche

- ✓ Tiempo de retención: 2 -4 s

9.8.3 Homogenizador

La homogenización de la nata y otros productos lácteos tiene varios efectos beneficiosos, entre los que se destacan los siguientes:

- Distribución uniforme de la grasa sin tendencia a su separación.
- Aumento de la viscosidad.
- Apariencia más brillante y atractiva.

Por ello es necesario la presencia de un equipo homogenizador en la línea de tratamiento, con la opción de situarse antes o después del tratamiento térmico. Los homogeneizadores utilizados son de idéntico diseño a los utilizados para la homogenización de leches líquidas y son adecuados para todos los tipos de crema. Durante el almacenamiento de la crema UHT se pueden producir cambios físicos indeseables, como la formación de una capa de nata y la aglomeración de la grasa. Por lo tanto, la homogeneización es necesaria para todos los tipos de crema UHT, aunque con diversas puntualizaciones en función del producto a elaborar, con el objeto de evitar el fenómeno de formación de una capa de grasa.

Desde el punto de vista higiénico y operacional, es mejor que el homogeneizador se coloque antes de la pasterización u otro tratamiento térmico, puesto que así no son necesarias condiciones asépticas.

Sin embargo, la homogenización después del tratamiento térmico, reduce los problemas de rancidez causados por las lipasas de la leche y los problemas de desestabilización de la crema debidos al calentamiento (evita reasociación de lóbulos grasos), sobre todo en los tratamientos directos.

La homogenización es el principal determinante tecnológico, independientemente de la concentración de grasa. El proceso implica la ruptura de los glóbulos grasos existentes, lo que da lugar a un mayor número de glóbulos, más pequeños y estabilizados por la adsorción de proteínas como las micelas de caseína y subunidades de éstas.

En la crema, un alto contenido de grasa limita el grado de dispersión de los glóbulos por el efecto competitivo entre ellos debido al fenómeno de coalescencia que se produce en la válvula de homogeneización. En cremas con un contenido de grasa muy alto, se produce una obstrucción entre los propios glóbulos llegando a la ruptura. La viscosidad aumenta durante el almacenamiento, por una parte debido a la floculación progresiva de los glóbulos grasos y por otra, a la consolidación de la estructura por la acumulación gradual de las micelas de caseína sobre la superficie de los glóbulos. Estas actúan como puentes de unión entre los glóbulos, en los puntos de contacto. [16]

---

[16] GANDOLFO, Carlos. Tecnología de la elaboración de la nata: Procesos comunes. [en línea]. (2009) [consultado 24 de enero 2010]. Disponible en < http://www.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?Idarticulo=464 >

El incremento de la viscosidad durante el almacenamiento depende de la presión de homogeneización, del contenido graso y del tratamiento térmico.

9.8.3.1 Efecto de la homogenización

La crema con un bajo contenido en grasa tiene viscosidad relativamente baja y no tiene la consistencia normalmente deseada por los consumidores, es necesario seleccionar correctamente la temperatura y presión de homogenización con objeto de obtener una crema con la viscosidad adecuada.

Tabla 2. Test de viscosidad, incremento de la presión de la homogenización a 57°C

Presión de homogenización (MPa)	Viscosidad de la crema (segundos)
10	18
15	28
20	45

Fuente: Manual de industria láctea

La viscosidad de la crema aumenta con la presión de homogenización y disminuye con el aumento de la temperatura. La viscosidad de la crema de la Tabla se puede conseguir manteniendo la temperatura de homogenización de forma constante a unos 57°C y homogenizando a tres presiones diferentes; 10,15 y 20 MPa (100,150, 200 Bar). La viscosidad se mide con un viscosímetro SMR, cuando más tiempo en segundos tarde la crema en fluir por el viscosímetro, mayor es su viscosidad, la crema ha sido homogenizada a 20 MPa es la de mayor viscosidad.

La Tabla 3 muestra la viscosidad al variar la temperatura de homogenización manteniendo constante la presión de homogenización de 15 MPa, la viscosidad de

la crema disminuye al aumentar la temperatura de homogenización, por lo tanto, esta debe ser la más baja posible.

Tabla 3. Test de viscosidad, efecto de la temperatura de homogenización

Presión de homogenización (MPa)	Viscosidad de la crema (segundos)
35	49
50	35
65	10

Fuente: Manual de industria láctea

9.9 PRUEBA DE BATIDO DE LA CREMA

La prueba de batido mide el grado de esfuerzo mecánico a la que ha sido sometida la crema durante su proceso de elaboración. Cuando la temperatura de la crema se mantiene por debajo de los 6°C se obtiene el mejor batido.

Figura 2. Test de pérdida de líquido de la crema batida tras 2 horas a 18-20°C y 75% de HR

Fuente: Manual de industrias Lácteas

El tiempo de maduración y el incremento de volumen (overrun) son dos criterios que se deben medir para controlar las propiedades del batido. Se necesita un envase adecuado de batido (capacidad de 1 litro) y un deposito adecuado (preferiblemente una batidora eléctrica) para llevar a cabo esta prueba. Una cantidad adecuada de crema se enfría hasta (+ 6°C +/- 1°C) y a continuación se vierte en el envase de batido. Antes de que comience el batido se mide la altura de la nata, la batidora se para cuando la espuma haya alcanzado una firmeza aceptable (lo que significa que no se caiga cuando el envase se ponga invertido).[17]

A continuación se mide la altura de la crema batida para determinar el overrun, si por ejemplo, la altura era inicialmente 5 cm, y tras el batido es de 10,5 cm, el overrun será (10,5 -5) x 100/5= 110%. Con un 40% de grasa, el tiempo de batido debe ser unos dos minutos y el overrun estará entre 100 y 130%. La calidad de la espuma se mide determinando la perdida de liquido tras 2 horas a 18-20 °C y 75% HR.

Inmediatamente después del batido y de medir el overrun, toda la nata montada se coloca en un molde metálico plano. El molde se coloca sobre una probeta graduada. La cantidad de líquido que se acumula en la probeta se lee tras dos horas de almacenamiento en las condiciones indicadas antes de temperatura y humedad relativa. Los criterios de evaluación son:

0 – 1 ml muy buena

1 – 4 ml buena

> 4 no tan buena

[17] Gösta Bylund, M.Sc. (Dairy Techn). Manual de la industria láctea. Adaptado al español. 5ta edición. [en línea]. (1995). (disponible 28 de septiembre 2009). < http://books.google.com.co/books?id=xcaN14spLCcC&pg=PA97&lpg=PA97&dq=dimensiones+de+un+clarificador+de+leche&source=bl&ots=lpAMx92VkK&sig=WpN4iv8PZMwiIswsRmY5LiVm3Y&hl=es&ei=aiheSuTbBMWgmAfotcFt&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1#v=onepage&q=prueba%20de%20batido&f=false>

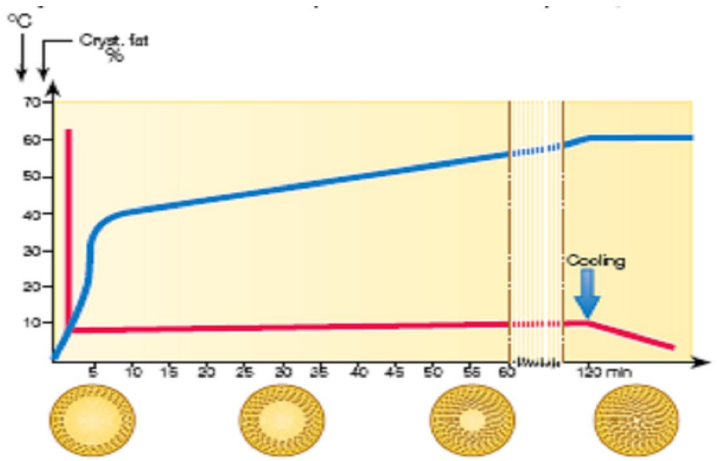
9.10 MÉTODO SCANIA

El proceso de producción de la crema incluye el calentamiento de la leche entera hasta la temperatura de descremado de 62 – 64°C, descremado y ajuste del contenido en grasa de la crema hasta el valor requerido, pasteurización y enfriamiento de la crema en el intercambiador de placas antes de continuar hasta el tanque de maduración.

La crema con un alto contenido de crema dará lugar a varios problemas de tratamiento que deben considerarse cuidadosamente cuando se diseña la línea de proceso. El problema más importante es cómo evitar el cizallamiento y la turbulencia durante la cristalización de la grasa. La grasa de los glóbulos se encuentra presente en forma líquida a temperaturas más altas. Dichos glóbulos parecen no afectarse con el tratamiento a temperaturas por encima de los 40°C.

La grasa comienza a cristalizar tan pronto como se inicia el enfriamiento en la línea de proceso. Este es un proceso bastante lento, ya que la cristalización todavía continúa después de 4 o 5 horas. La grasa cristalizada tiene un volumen específico menor que la grasa liquida, por lo que se crean ciertas tensiones en los glóbulos de grasa durante su cristalización. Esto hace que los mismos sean muy sensibles a un tratamiento poco cuidadoso a 10 – 40°C.

Figura 3. Proceso de cristalización para crema 40%, a 8°C



Fuente: Manual de industrias Lácteas

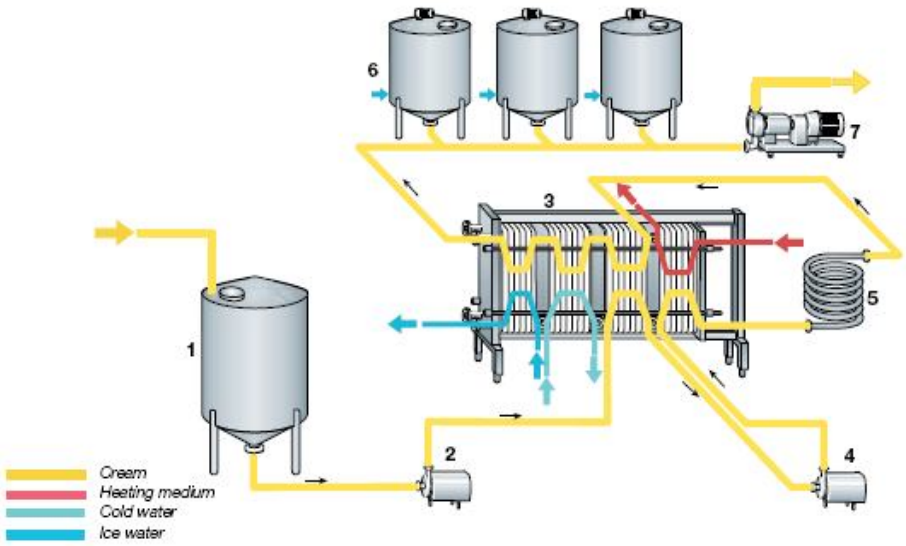
El proceso de la cristalización de la crema al 40% enfriada a 8°C se ilustra en la figura N°3. No se debe de agitar la crema mientras que se llena el tanque de maduración es absolutamente esencial, la crema normalmente se enfría a 6°C o a una temperatura menor. Los glóbulos de grasa parecen ser menos sensibles al tratamiento de agitación a estas temperaturas, para hay que tener en cuenta que son todavía más sensibles que a temperaturas superiores a 40°C.

La cristalización desprende calor de fusión, lo que provoca que aumente la temperatura en unos 2-3°C. El enfriamiento final en el tanque de maduración es absolutamente esencial. La crema normalmente se enfría hasta 6°C o a una temperatura menor. Los glóbulos de grasa parecen ser menos sensibles al tratamiento de agitación a estas temperaturas, pero hay que tener en cuenta que son todavía más sensibles que a temperaturas superiores a 40°C.

El mayor problema en la elaboración de la crema batida es la formación de grumos, ya que reducen la estabilidad de la emulsión de crema, los grumos se producen cuando los glóbulos de grasa con parte cristalizada y con membranas

débiles son expuestos a un tratamiento mecánico fuerte. La baja estabilidad de la emulsión de crema es responsable de algunos defectos de la crema batida tales como lipolisis, reducción en su capacidad de batido y formación de grandes grumos en los envases.

Figura 4. Línea de producción de crema para montar de acuerdo con el método de scania



Fuente: Manual de industrias Lácteas

La figura muestra un proceso donde se tiene especial cuidado en evitar tratamientos inadecuados en la crema para montar. Este método desarrollado por Alfa laval en colaboración con varias industrias lácteas cooperativas suizas se denomina método de scania. La crema normalizada puede haber sido obtenida en una línea especialmente diseñada para ello, o puede tratarse de crema excedente procedente de una línea de tratamiento de leche para consumo, como la que se muestra en la figura. En cualquier caso, la temperatura de separación o descremado debe ser de 62-64°C, con objeto de garantizar la más alta calidad posible para la crema (con la menor cantidad posible de grasa libre).

La crema normalizada se alimenta a la línea desde un depósito de mantenimiento o pulmón (1) a la temperatura de separación. El tiempo óptimo de mantenimiento en este depósito es de 15-30 minutos, antes de que comience la pasteurización. El caudal de pasteurización debe ser muy parecido al caudal medio de entrada al tanque de mantenimiento anterior. Esto hace posible reunir la crema sobrante o excedente en la el tanque de mantenimiento durante cierto periodo de tiempo, asegurando una agitación mecánica mínima de la crema.

El tanque de mantenimiento no tiene agitador, de forma que aproximadamente el 50% del aire contenido en la crema se elimina aquí en forma natural, al mismo tiempo que se eliminan también los sabores volátiles anormales. Con la eliminación del aire también se disminuye el riesgo de formación de incrustaciones en el pasteurizador. El mantenimiento de la crema a unos 63°C en este tanque de mantenimiento inactiva la mayor parte de las enzimas lipásicas y detiene la hidrólisis de la grasa libre. El tiempo máximo de mantenimiento, incluyendo el llenado y el vaciado, debe ser unas cuatro horas. Para tiempos de producción más largos, se deben instalar dos tanques de mantenimiento de forma que se utilizaran de forma alternativa. Se realizara la limpieza intermedia de uno de los tanques mientras que el otro está en uso. Desde el tanque de mantenimiento, la grasa se bombea hasta le sección regenerativa de calentamiento del intercambiador de calor (3). La bomba de refuerzo (4) envía la nata a través de la sección de calentamiento (5). Como el bombeo se realiza cuando la crema esta a una temperatura alta (a unos 60°C), cuando la crema es menos sensible al tratamiento mecánico, tanto la bomba de producto (2) como la bomba de refuerzo (4) pueden ser del tipo centrifugo.

Después de la pasteurización, realizada normalmente a temperaturas superior a 80 - 90°C y durante unos 10 segundos, la crema se bombea a las secciones de enfriamiento del intercambiador de calor, donde se baja su temperatura hasta 8°C

en la sección de enfriamiento final, antes de pasar a los tanques de maduración (6). El enfriamiento en el intercambiador de calor hasta una temperatura media de 8°C parece ser el óptimo para una crema con un contenido graso de 35-40%. Cuanto mayor sea el contenido de grasa mayor ha de ser la temperatura final de enfriamiento, para prevenir la formación de grumos de grasa en la sección de enfriamiento debido al incremento rápido de viscosidad que se produce. Esto produce un gran aumento de la perdida de la carga en la sección de enfriamiento, que a su vez provoca un deterioro de los glóbulos de grasa e incluso fugas de aceite de mantequilla en esa sección. En este caso se ha de detener el proceso, enjuagar el sistema, limpiar y volver a comenzar.

Debido a la inestabilidad de los glóbulos de grasa recién enfriados, se debe evitar durante su transporte los fenómenos de cizallamiento y turbulencia, es decir no se deben utilizar bombas ni tuberías infradimensionales para el paso desde la sección de enfriamiento del intercambiador de calor hasta el depósito de proceso para enfriamiento final y cristalización de la grasa. [18]

La presión para este transporte debe haber sido creada por la bomba de refuerzo ya mencionada. Después de su maduración, la crema se bombea a las maquinas de envasado. La temperatura ahora es baja, y la mayor parte de la grasa de la leche se encuentra cristalizada, lo que significa que la crema es menos sensible al tratamiento mecánico. Se puede utilizar una bomba centrifuga con variador de velocidad para vencer pequeñas perdidas de carga, de hasta 1,2 Bar, estando también integrado en el sistema un transmisor de presión. La bomba de rotor lobular que funciona a una velocidad máxima de 250-300 rpm se recomienda para perdidas de presión de 1.2-2.5 Bar, y hasta 3 Bar.

---

[18] Ibid.

10. MATERIALES Y METODOS

La investigación que se realizó es de tipo experimental, en la cual se manipula una o más variables en condiciones rigurosamente controladas mediante ensayos, con el fin de encontrar la causa por la cual no se había logrado obtener la crema de leche UHT, que cumpla con las especificaciones de calidad requeridas. Al desarrollar cada uno de los ensayos se recopilan datos, se cuestionan y se validan cada uno de ellos.

Como punto de partida se define el mayor problema en el resultado del proceso "INESTABILIDAD DE LA CREMA", a partir de este concepto se investigan las causas del defecto de calidad y se enfocan los puntos de control en la línea de proceso. Con esto claro, se establece que el tratamiento mecánico y el tratamiento térmico son excesivos, por esta razón se plantea el uso del método scania.

Por medio de análisis de varianza se estableció el estándar de la condición favorable que permiten los mejores resultados.

10.1 PROCESO INDUSTRIAL

La producción de crema de leche se inicia con la formulación estándar, la cual fue suministrada por la planta principal. En el desarrollo de los ensayos se modifican diferentes porcentajes de ingredientes de la fórmula.

Se realizaron dos tipos de mezcla; primero con leche descremada a 8ºC y los microingredientes en el tanque de enfriamiento, la segunda con leche descremada a 60ºC y los microingredientes en marmita de pasteurización lenta.

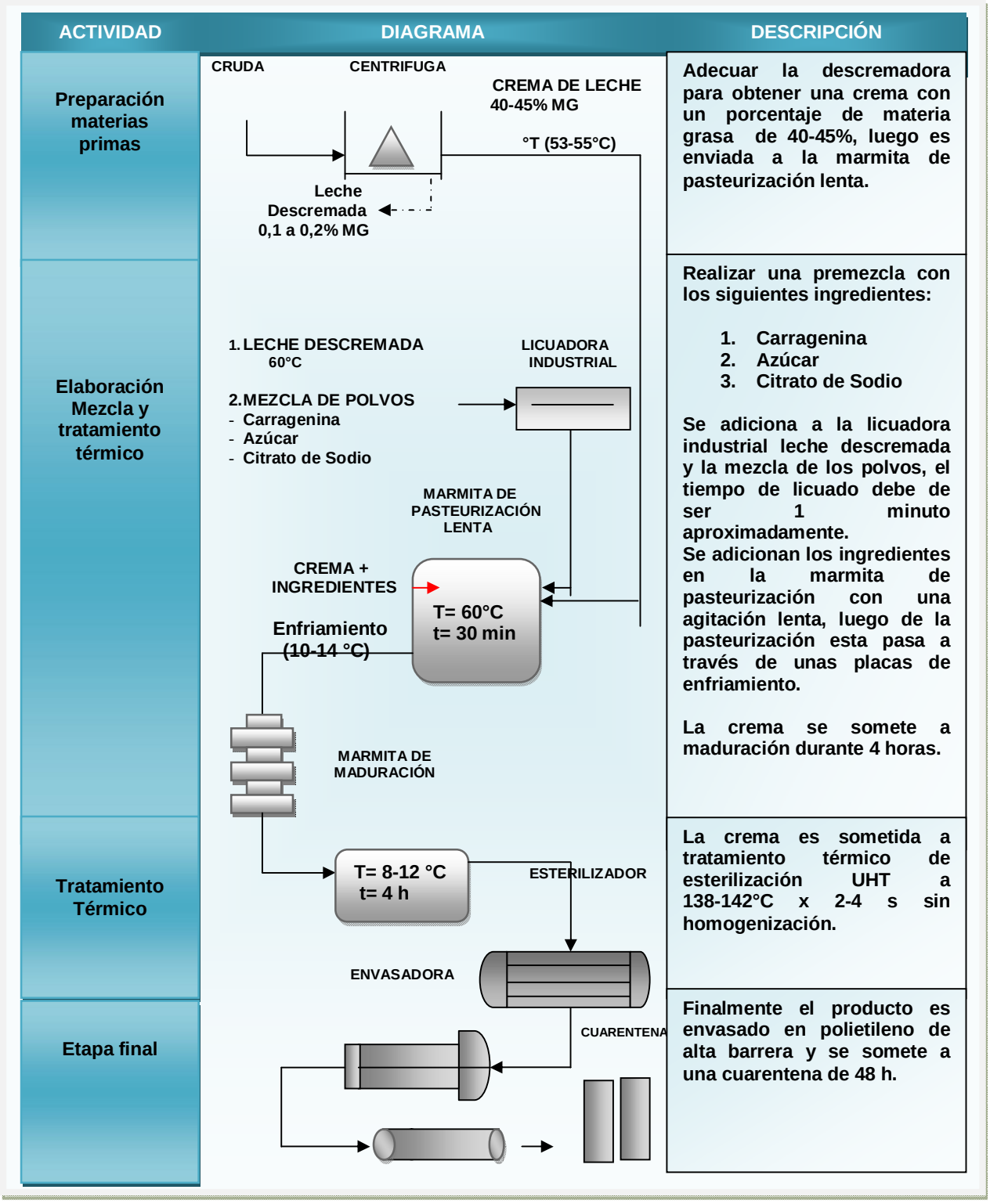
Para evaluar las características de la crema producida en la planta de Palmira se practican análisis fisicoquímicos y organolépticos, comparándose con la crema de la Planta Principal.

Teniendo en cuenta los resultados no satisfactorios de los primeros ensayos, se decide aplicar el método de Scania.

Para reducir los movimientos en línea productiva buscando disminuir el esfuerzo mecánico en el proceso, el cual inestabiliza la crema, se estandarizó la línea de producción de la siguiente manera:

- Obtención de crema
- Mezcla de microingredientes
- Pasteurización lenta.
- Maduración y Envasado UHT

Figura 5. Esquema de proceso de obtención de crema de leche



Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

10.2 TRATAMIENTO TÉRMICO

Los primeros ensayos industriales se llevarón a cabo con los equipos operativos que estaban en línea de proceso de leche larga vida, pero se evidenció que no era factible, porque se identifica la necesidad de cumplir con los tiempos de retención en el tratamiento térmico.

10.2.1 Pasteurizador de placas indirecto

Figura 6. Pasteurizador

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

De acuerdo a las especificaciones del equipo pasteurizador es viable someter la leche a este tratamiento térmico, pero no la crema porque el tiempo de retención es muy alto, motivo por el cual se reemplazó esta etapa con pasteurización lenta en una marmita de 200 L, garantizando condiciones de ºT y tiempo de retención.

A continuación se relacionan los parámetros estándar de los tipos de pasteurización:

Tabla 4. Pasteurización de Lácteos

Temperatura	Tiempo	Tipo de Pasteurización
63°C (145°F)	**30 minutos**	**Pasteurización VAT (LENTA)**
72°C (161°F)	15 segundos	Pasteurización "High temperature short time Pasteurization" (HTST)
89ºC (191ºF)	1.0 segundo	Ultra Pasteurización (UP)
90ºC (194ºF)	0.5 segundos	Ultra Pasteurización (UP)

Fuente: website de IDFA[19]

10.2.2 Esterilizador indirecto

Figura 7. Esterilizador

Fuente: Productos Naturales de la Sabana de Alquería

[19] website de IDFA: pasteurización: definición y métodos-http://www.idfa.org/facts/milk/pasteur.cfm.

En el esterilizador se redujo la longitud de tubería, de la siguiente forma para reducir el tiempo de retención.

Tabla 5. Reducción tamaño de tubería

ESTERILIZADOR	LECHE		ACONDICIONAMIENTO CREMA	
	Longitud de Tubería	Retención (s)	Longitud de Tubería	Retención (s)
Etapa de esterilización	14,8 m	11,2	3 m	4,1
Etapa de pasteurización	119 m	90	6 m	8,2

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

10.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La evaluación de la variable de temperatura de todo el proceso fue realizada mediante un diseño experimental completamente aleatorizado. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un ANOVA a un nivel de significancia del 0.05%.

10.4 PRESUPUESTO

Costo Por Ensayo De Crema				
Horas hombre	**Cantidad**	**Horas**	**Costo Hora**	**Costo**
Finnah	0,5	0,33	2,807	936
Prepac 0 (operario-recibo)	3	0,33	3,023	1.008
Pasteurización	1	6	2,746	16.479
Mezclas	2	6	2,548	15.287
Asesoría	2	9	23,135	208.21
Total Mano de Obra				**241.92**

Costo bache 1000 L			
Costo Microingredientes	**Cantidad**	**Costo Uni**	**Costo**
AZUCAR REFINADA NTC 778	0	1.578	592
CREMA CRUDA	1000	1.036	1.036.12
CARRALACT HMF (CANECAS)	1	59.155	76.901
CITRATO DE SODIO GRANO	0	6.085	1.521
Total Microingredientes	**1.002**	**67.854**	**1.115.13**

Costo bache 1000 L	
Total Mano de Obra	**241.920**
Total Microingredientes	**1.115.13**
Total Costos	**1.357.13**

Total de ensayos realizados: 8	**10.856.4**

10.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ETAPAS	CRONOGRAMA DE TRABAJO (Tiempo en semanas)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero (2010)			
1. Identificación del problema																				
2. Anteproyecto personal																				
3. Ensayos																				
4. Validación de los Ensayos																				
5. Conclusión																				
6. Buscar alternativas para dar solución																				

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1 ENSAYOS

Para la validación de cada una de las variables en el proceso productivo de crema de leche en la unidad de negocio occidente, se llevaron a cabo los siguientes ensayos:

Tabla 6. Ensayo 1

ENSAYO 1	**PROCESO**	Descreme 40 ºC + Adición de microingredientes (100%)	Estandarización de la crema a 35%	Ultrapasteurización 140ºC durante 11.2 s. Flujo Esterilizador 2800 L.
	EQUIPO	Clarificadora 12.000 L, Serpentín, Bomba Centrifuga, Pasteurizador.	Marmita 3000 L	Bomba Centrifuga, Tubería zona pasteurización 119 m, Tubería de retención de esterilización 14,8 m Homogenización 60 Bar
	VARIABLE A EVALUAR	**Adición de microingredientes durante el descremado. Los cuales se mezclan con leche fría** y se adiciona a la crema que sale de la clarificadora.		
	NOVEDADES	Se congela crema en el serpentín, se obstruye bomba		
	PRUEBA DE BATIDO	Volumen inicial 200 ml, volumen final 220 ml. La crema no incorporó suficiente aire y su batido se dio antes del tiempo, lo que indica que la crema sufrió esfuerzo mecánico.		

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 8. Crema con grumos

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

El proceso de la elaboración de crema de leche inició con los equipos disponibles en planta, pero no se obtuvieron resultados satisfactorios porque se presume que el esterilizador tiene tiempos de retención muy alto originando grumos en el producto terminado, causa asociada a la inestabilidad de la emulsión durante el tratamiento térmico.

Tabla 7. Ensayo 2

ENSAYO 2	**PROCESO**	Descreme 40 ºC + Adición de microingredientes (100%)	Estandarización de la crema a 35%	Ultra pasteurización 139ºC durante 4.3 s, Flujo Esterilizador 2800 L.
	EQUIPO	Clarificadora 12.000 L, Serpentín, Bomba Centrifuga, Pasteurizador.	Marmita 3000 L	Bomba Centrifuga, Tubería zona pasteurización 119 m, Tubería de retención de esterilización 3m Homogenización 40 Bar
	VARIABLE A EVALUAR	Adición de microingredientes en la marmita, **se reduce tubería de retención de esterilización de 14,8 m a 3 m**, dejando el tiempo de retención en 4,3 s, homogenización 40 Bar.		
	NOVEDADES	Ninguna		
	PRUEBA DE BATIDO	Volumen inicial 198 ml y volumen final 246 ml. Se redujo esfuerzo mecánico pero la crema se bate en poco tiempo.		

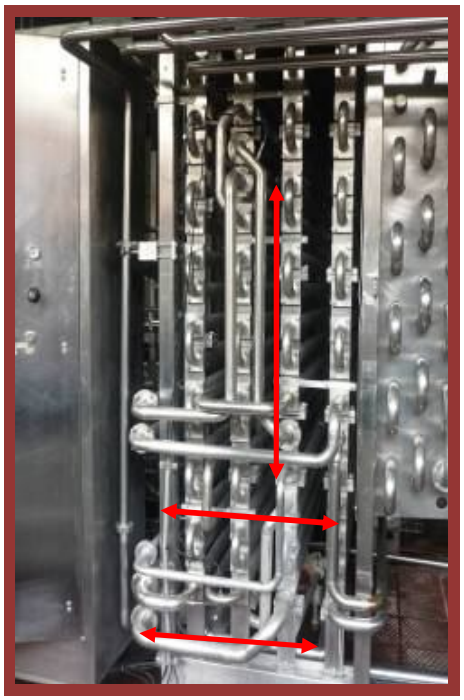
Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 9. Crema Inestable

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 10. Retención de Esterilizador

TUBERIA PARA CREMA



TUBERIA PARA LECHE UAT

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

La hipótesis que se tenía era que en el esterilizador no se podía trabajar la crema de leche por tener una estructura multitubos, lo cual expone la crema a un tratamiento térmico agresivo, comparándolo con el equipo utilizado en Cajicá el cual en aparente igualdad, presentan en su interior grandes diferencias, porque nuestro esterilizador es multitubos de diámetro 12 mm y su equipo es multitubos concéntricos, lo cual puede dar un mejor trato al producto.

Pero a pesar del acondicionamiento del esterilizador, se obtuvo un producto terminado con grumos.

Tabla 8. Ensayo 3

ENSAYO 3	**PROCESO**	Descreme 42 ºC	Estandarización de la crema a 35%, adición de microingredientes 50%	Ultra pasteurización 140ºC durante 4,3 s, Flujo esterilizador 2800 L.
	EQUIPO	Clarificadora 12.000 L, Serpentín, Bomba Centrifuga, Pasteurizador.	Marmita 3000 L.	Bomba Centrifuga, Tubería zona pasteurización 119 m, Tubería de retención de esterilización 3 m, Sin
	VARIABLE A EVALUAR	Variables de proceso ensayo Nº2 y **formula al 50%, sin homogenización.**		
	NOVEDADES	Se observa espuma en la crema almacenada en la marmita.		
	PRUEBA DE BATIDO	Volumen inicial 200 ml y volumen final 250 ml.		

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 11. Crema con grumos menos visibles

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Una vez cumplida con las especificaciones de retención para el tratamiento UAT (UHT) se evaluó la variable de la formulación, la cual se manejó con un 50% de microingredientes para determinar el efecto del estabilizante en el proceso.

El resultado no tuvo un cambio significativo, porque continúa la inestabilidad de la crema, aunque en menor proporción en comparación con el segundo ensayo.

Tabla 9. Ensayo 4

ENSAYO 4	**PROCESO**	Descreme 41 ºC	Estandarización de la crema a 30%, adición de microingredientes 100%	**Se suspende proceso UAT (UHT)**, porque la crema no cumple con los parámetros calidad.
	EQUIPO	Clarificadora 12.000 L, Serpentín, **Bomba Positiva,** Pasteurizador.	Marmita 3000 L.	No aplica.
	VARIABLE A EVALUAR	Variables de proceso ensayo Nº2 y **formula al 100%.**		
	NOVEDADES	Cuando se procede a pasteurizar el equipo presenta obstrucción en la bomba y recircula la crema en el equipo, generando el batido de la crema y su formación en mantequilla.		

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 12. Crema Batida.

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

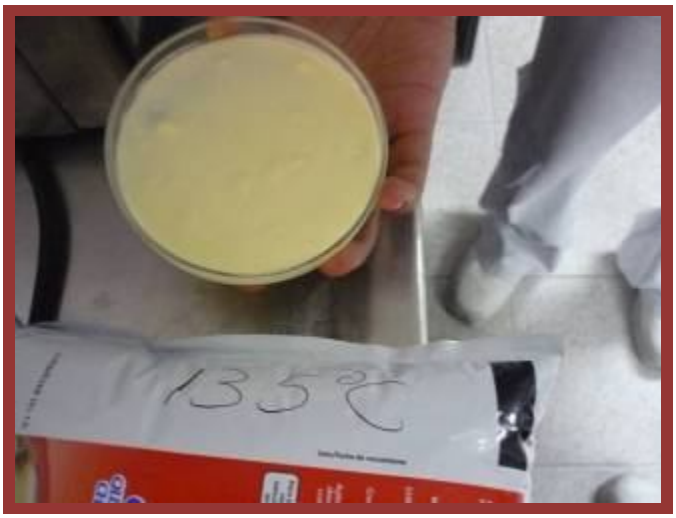
Con el reemplazo de la bomba centrifuga por positiva para el envío de crema a la marmita, se deseaba usar los equipos que recomiendan las fuentes bibliográficas para este tipo de producto, por su alta viscosidad y fácil batido, pero en el proceso de pasteurización por una obstrucción en la bomba, se recirculó la crema en el equipo ocasionando su batido y formación de mantequilla, características que la hacen no apta para su envasado.

Tabla 10. Ensayo 5

ENSAYO 5	**PROCESO**	Descreme 40 ºC	Estandarización de la crema a 30%, adición microingredientes 75%	Ultra pasteurización 135ºC durante 4,3 s, retención de pasteurización 6,8 s y Flujo esterilizador 2,800 L.
	EQUIPO	Clarificadora 12.000 L, Serpentín, Bomba Centrifuga, Pasteurizador.	Marmita 3000 L.	Bomba Centrifuga, Tubería zona pasteurización 6 m, Tubería de retención de esterilización 3 m, Sin homogenización.
	VARIABLE	Variables de proceso ensayo Nº2, formula al 75%, leche a descremar estabilizada según ramsdell tubo a la -8, se reduce **tubería de retención de pasteurización** de 119 m a 6 m, sin homogenización.		
	NOVEDADES	Ninguna.		

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 13. Crema menos inestable.



Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

En este ensayo la leche sometida al proceso de descremado fue estandarizada para garantizar la estabilidad de la proteína, evaluada por la prueba ramsdell (ver anexo 3). También se modifico en el equipo esterilizador su etapa de pasteurización mediante un corte de tubería, como se describe en la tabla 7. Sin embargo en los resultados obtenidos es reincidente la presencia de grumos.

Tabla 11. Ensayo 6

ENSAYO 6	**PROCESO**	Descreme 53 ºC + Adición de microingredientes (100%)	Pasteurizador 78°C durante descreme	Ultra pasteurización 137ºC durante 4,3 s, retención zona de pasteurización 6,8 s.
	EQUIPO	Clarificadora 12,000 L, Intercambiador de placas y serpentín.	Marmita para pasteurización lenta y marmita 3.000 para maduración de crema. Se pasa la crema por intercambiador de placas y serpentín para garantizar suficiente frio.	
	MEZCLA	Se realiza la mezcla de microingredientes con la crema a 8ºC, antes del inicio de su **maduración 18°C.**		
	VARIABLE A EVALUAR	**Se realiza pasteurización lenta** en marmita de 230 L, se obtiene la crema a 53ºC y se aplica vapor para aumentar temperatura a 60ºC. Se aplica retención de 30 minutos, **Producción en línea**. **No se utiliza pasteurizador.**		
	NOVEDADES	La crema presente un color amarillo, asociado al batido de la misma, al parecer la clarificadora esta obstruida y no esta funcionado bien.		

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 14. Crema sin grumos, después de 8 días presenta la inestabilidad

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Teniendo como base los anteriores ensayos, se encuentra que el pasteurizador esta fuera de parámetros para el proceso de la crema (tiempo de retención) , por tal motivo se reemplazó este tratamiento térmico por uno menos usual, utilizando la marmita de 230 L con las condiciones de una pasteurización lenta, teniendo en

cuenta la aplicación del método scania; logrando así obtener una crema de leche con características conformes los ocho primeros días, después de este tiempo según seguimiento realizado esta empieza a aglomerarse.

El defecto de calidad presentado se deduce que fue causado porque se realizó la producción en línea en la cual los flujos de entrada de la crema a la marmita de pasteurización y envío al tanque de maduración no se controlaron, por lo tanto no se garantizó la retención.

Tabla 12. Ensayo 7

ENSAYO 7	**PROCESO**	Descreme 53 ºC + Adición de microingredientes (50%)	Pasteurizador 90ºC durante descreme para garantizar su ºT	Ultrapasteurización 138ºC durante 4,3 s, Retención zona de pasteurización 6,8 s.
	EQUIPO	**Clarificadora 15,000 L,** Intercambiador de placas y serpentín.	Marmita para Pasteurización lenta y marmita 3,000 L para maduración de crema. Se pasa la crema por intercambiador de placas y serpentín para garantizar suficiente frio.	
	MEZCLA	**Se realiza la mezcla de microingredientes en la marmita de pasteurización lenta a 60ºC**, la adición de estos fue de manera proporcional y con agitación para evitar el aglutinamiento durante el proceso.		
	VARIABLE A EVALUAR	Formula al 50%, Clarificadora de 15000 L, se realiza pasteurización lenta en marmita de 230 L, obteniendo la crema a 53ºC y se aplica vapor en marmita para aumentar °T a 60°C. Se garantiza retención por 30 minutos.		
	NOVEDADES	Homogenización a 90 Bar, Temperatura de maduración alta a 16°C (Lo ideal es 8°C), porque se envió muy rápido la crema a la marmita. Producción de batche. **No se utiliza pasteurizador**		

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 15. Almacenamiento bajo refrigeración presenta mayor consistencia
.

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

A pesar de las mejoras presentadas en las características de la crema del ensayo N°6, se observa una crema con un color amarillo intenso asociado al de una crema batida, por esta razón se colocó en línea para descremado otra clarificadora (15000 L), pero se continua con la pasteurización lenta en la marmita garantizando las condiciones de temperatura, tiempo de retención y mezcla de microingredientes.

La mezcla de los microingredientes en los ensayos anteriores se realizaba en la marmita de maduración a temperatura de refrigeración, pero la carragenina no se mezclaba de manera eficiente con la crema porque faltaba un agitador mecánico que la ayudará a homogenizarse, además se recomienda para este tipo de estabilizante (Kappa II) alta temperatura para su completa disolución.

De acuerdo al último parámetro de solubilidad de la carragenina se cambió el procedimiento de mezcla, se disolvieron los microingredientes en leche descremada a 60ºC al mismo tiempo que se recogía crema en la marmita, con agitación constante y lenta.

Con los cambios realizados, la crema presentó características satisfactorias razón por la cual se realiza comparativo con la crema producida en Cajicá (patrón), encontrándose dentro de los parámetros de referencia.

Tabla 13. Análisis fisicoquímico y Organoléptico de crema de leche

FQ	Planta Palmira A	Planta Principal B
	FV: 08 Marzo 2010	FV: 06 Abril (01:27)
°T	8°C	8°C
Grasa	32%	32%
Acidez	0,108	0,11
Viscosidad	Espesa	Espesa

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 16. Comparación de Cremas de Leche

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Tabla 14. Ensayo 8

ENSAYO 8	**PROCESO**	Descreme 55 ºC + Adición de microingredientes (50%)	Pasteurizador a 90ºC durante descreme para garantizar su ºT	Ultrapasteurización 138ºC durante 4,3 s, Retención zona de pasteurización 6,8 s.
	EQUIPO	**Clarificadora 15,000 L**, Intercambiador de placas y serpentín.	Marmita para Pasteurización lenta y marmita 3,000 L para maduración de crema. Se pasa la crema por intercambiador de placas y serpentín para garantizar suficiente frio.	
	MEZCLA	Se adiciona ingredientes con leche a 60°C en marmita de pasteurización lenta. Maduración 16°C.		
	VARIABLE A EVALUAR	Formula al 50%, Clarificadora 15000 L, se realiza pasteurización lenta a 60°C durante 30 minutos.		
	NOVEDADES	Homogenización 40 Bar. Producción por batche, fuera de línea productiva el pasteurizador.		

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Figura 17. Crema Aceptable

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

Se confirman los resultados satisfactorios del ensayo N°7, la única variable que cambio fue la presión de homogenización que disminuyo de 90 a 40 bares, porque es necesario seleccionar correctamente la temperatura y presión de homogenización con objeto de obtener una crema con la viscosidad adecuada.

A continuación observamos las siguientes imágenes tomadas en el microscopio, de la distribución de los glóbulos grasos a diferentes presiones de homogenización, confirmando que la presión de 40 bares ofrece la viscosidad adecuada.

Figura 18. Efecto de la Homogenización en el tratamiento UAT (UHT)

Presión 90 Bar
ENSAYO 7

Presión 40 Bar
ENSAYO 8

Sin Homogenización
ENSAYO 3

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

11.2 ANALISIS DE VARIANZA

A través de un diseño experimental se desea probar el efecto que representa la temperatura en la producción de la crema de leche, para ello se designo 7 de los 8 ensayos realizados en la Unidad de Negocio de Occidente utilizando las 4 temperaturas más representativas e importantes que se deben controlar en la elaboración de la crema.

Tabla 15. Datos ANOVA

	°T pasteurización	°T descreme	°T maduración	°T esterilización	TOTAL
Ensayo # 1	78	40	20	140	278
Ensayo # 2	78	40	22	139	279
Ensayo # 3	77	42	20	140	279
Ensayo # 5	76	40	22	135	273
Ensayo # 6	78	53	18	137	286
Ensayo # 7	90	53	16	138	297
Ensayo # 8	90	55	16	138	299
TOTAL	**567**	**323**	**134**	**967**	**1991**

Tabla 16. Resultados ANOVA

	suma de cuadrados	GL	Media de cuadrados	Fc	P-value
Bloques	55406,1	3	18468,7	756,139	3,16
Tratamientos	150,93	6	25,155	1,029	2,68
Error	439,65	18	24,425		
Total	55996.68	27			

Se realiza la comparación P (F>F0) para determinar las hipótesis propuestas. Dado que F_0= 756,139 es mayor que 3,16, por tanto no se acepta la hipótesis.

Para este diseño se rechaza la hipótesis de igualdad. Para averiguarlo se emplean los métodos de comparación de medias, uno de estos métodos **es el LSD diferencia** mínima significativa.

Tabla 17. LSD diferencia

	°T pasteurización	°T descreme	°T maduración	°T esterilización	TOTAL	Media por tratamientos	Diferencia
Ensayo # 1	78	40	20	140	278	69,5	-0,25
Ensayo # 2	78	40	22	139	279	69,75	0
Ensayo # 3	77	42	20	140	279	69,75	1.5
Ensayo # 5	76	40	22	135	273	68,25	-3,25
Ensayo # 6	78	53	18	137	286	71,5	-2,75
Ensayo # 7	90	53	16	138	297	74,25	-0,5
Ensayo # 8	**90**	**55**	**16**	**138**	**299**	**74,75**	**5,25**
TOTAL	567	323	134	967	**1991**		
Media por bloques	81	46,14	19,14	138,14			

Las mejores temperaturas para la producción de la crema de lecha son las que corresponden al ensayo # 8

11.3 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESO

A través de los ensayos fueron evidenciándose las variables a estandarizar para lograr una crema de leche conforme a los parámetros fisicoquímicos y organolépticos, por medio de los cuales se alcanzo el objetivo y se obtuvo una crema con mayor textura que la de la planta principal.

Tabla 18. Puntos de control

PROCESO	ESTANDAR	UNO
LIBERACIÓN DE LA LECHE	Estable -8	Estable -8
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN EL SILO	-	24 h
°T EQUIPO PASTEURIZACIÓN PARA DESCREME	85-90°C	90°C
°T CREMA	60-65°C	53°C
ADICIÓN DE INGREDIENTES	Mezcla a 8°C	Mezcla a 60°C
PASTEURIZACIÓN LENTA EN MARMITA	65° durante 30 min	65° durante 30 min
MOVIMIENTOS EN PLANTA CON BOMBA	Positiva	Positiva
°T CREMA ALMACENADA EN MARMITA	<12°C	12-18°C
MADURACIÓN	4 h	4 h
°T ESTERILIZACIÓN	135°C durante 2 s	135°C durante 4,3 s
TIPO DE BOMBA DEL ESTERILIZADOR	Bomba centrifuga	Bomba centrifuga
FLUJO DEL EQUIPO (% Variador)	-	2,800 L/h

Fuente: Unidad de Negocio de Occidente

12.CONCLUSIONES

- ✓ A medida que se realizaron los ensayos, se evidenció que el proceso industrial de crema de leche UHT se caracteriza por un control estricto en el manejo de las variables de producción, modificar alguna de ellas sin tener en cuenta los puntos de control del proceso origina defectos de calidad en el producto terminado.

- ✓ Se concluye que la línea de producción inicial no cumple con las condiciones para el proceso de crema UHT, por el esfuerzo mecánico excesivo lo que causa ruptura de los glóbulos grasos originando inestabilidad.

- ✓ Hasta el ensayo Nº5 se detecta que el defecto de calidad de la crema, es la formación de grumos que reduce la estabilidad de la emulsión. Estos grumos se producen cuando los glóbulos de grasa con parte cristalizada (se forman cuando la crema se empieza a enfriar) y con membranas débiles son expuestos a un tratamiento mecánico excesivo.

- ✓ Teniendo como soporte todos los ensayos realizados se valida la hipótesis de que el esfuerzo mecánico en el proceso de estandarización, es el causante de la inestabilidad de la crema de leche al momento de ser envasada y durante su almacenamiento, porque al suspender el uso del pasteurizador por el tratamiento en la marmita y minimizar los movimientos en línea que provocaban exposición al esfuerzo mecánico se obtiene una crema de leche con características aceptables con respecto a la estabilidad (sin grumos), un leve aumento en la consistencia cuando está en refrigeración, pero se determina que es una crema conforme.

- ✓ La temperatura de descreme debe ser mayor a 50 ºC porque uno de los factores críticos es la aplicación de agitación a temperaturas menores al punto de fusión de la fase lipidica (47ºC- 48 ºC), la cual provoca tensiones en los

glóbulos de grasa, generando que los mismos sean muy sensibles a un tratamiento poco cuidadoso.

- ✓ Con los últimos ensayos se establece que el esterilizador con los cambios de retención si puede procesar crema de leche y se confirma que la formulación cumple con la legislación colombiana con respecto al estabilizante y su punto de control es el procedimiento de mezcla, en el cual se deben garantizar que los ingredientes se disuelvan completamente en la emulsión, durante la pasteurización lenta.

RECOMENDACIONES

- Para lograr producir cantidades más elevadas de crema de leche, logrando reducir tiempos operacionales en la planta y costos de mano de obra, se recomienda adquirir una marmita donde se realiza la pasteurización lenta de mayor volumen. Siendo esta la manera efectiva de lograr producciones mucho más grandes y con menor tiempo de producción.

- Adquirir equipos que permitan la automatización de proceso.

- Utilizar un estabilizante a base de esteres de acido láctico el cual garantizara una mejor estabilidad.

- Acondiciona cilindros con aislante térmico que permitan dosificar mejor la mezcla de los estabilizantes con control de flujo.

- Con el fin de agilizar el proceso se recomienda realizar la producción mediante baches en línea ya que esto nos garantizara reducir los tiempos de producción y de esta manera disminuiremos la producción de leche UHT.

BIBLIOGRAFIA

1. ALARCÓN, Yiria S. [en línea]. Evaluación del uso de carragenina en bebidas lácteas fermentadas. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl:8080/sdx/uach/notice.xsp?id=uach.2003.faa321e%7CT.4&qid=pcdq&base=documents&id_doc=uach.2003.faa321e&num=&query=&isiduah.2003.faa321e%7CTH.4&dn=1>.

2. Alvarado, J. de D. ´´Principios de ingeniería aplicados a Alimentos´´. Ed. Radio comunicaciones, Quito, Ecuador. 1996. P 180

3. BIRD, R. B, STEWART, E.N, LIGHTFOOT, Fenómenos de Transporte. Reverte, 1988. Pág. 1.

4. DÓNALO F. DAFlLING. Desestabilización de las emulsiones de la leche. Reino Unido. Unilever Research Laboratory.

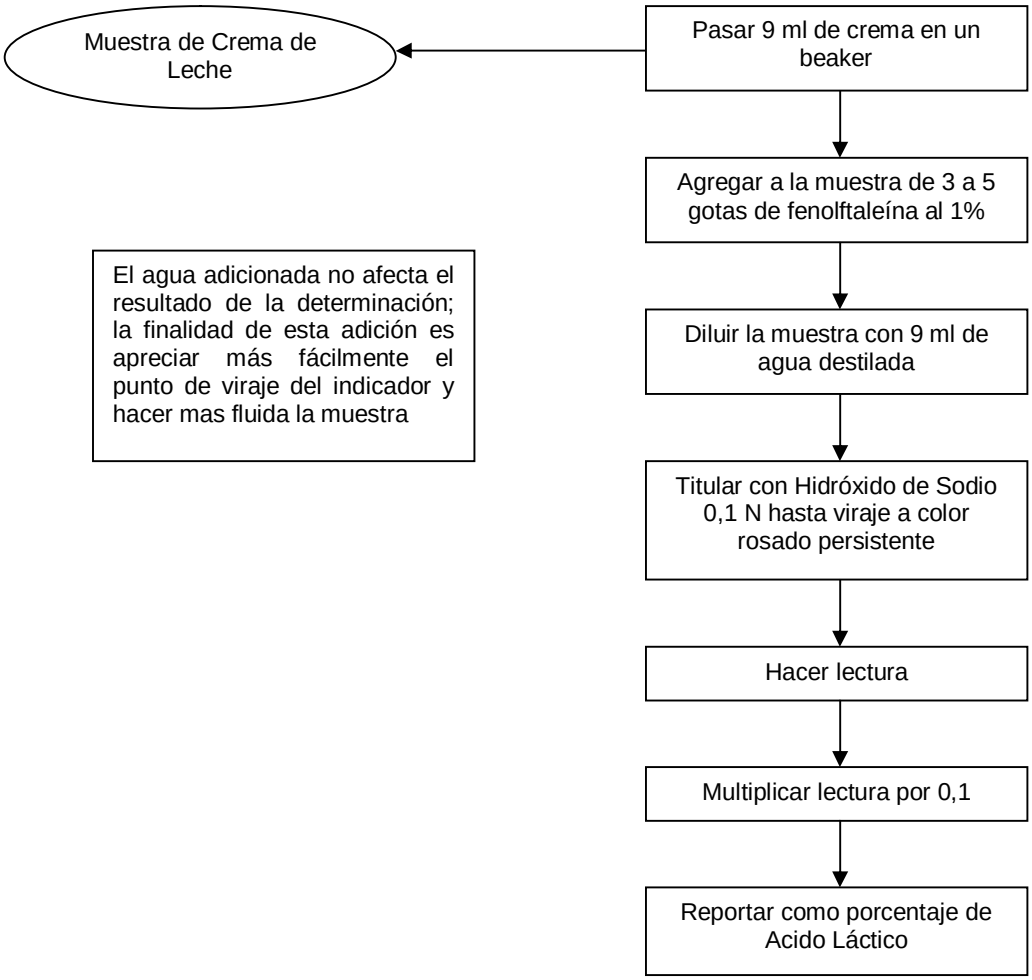
5. GOSTA BYLUND, M.Sc. Manual de Industrias Lácteas. 1 ed. Madrid. 2002.

6. VEISSEYRE, Roger. Lactología Técnica. 3 ed. España: Acribia. 1987. Pág. 194.Diccionario Enciclopédico ilustrado OCEANO UNO (1989)

7. VELASQUEZ A, Joaquín. [en línea]. Departamento De Educación y Ciencias Sociales Universidad Interamericana De Puerto Rico. En http://ponce.inter.edu/cai/reserva/jvelazquez/aditivos.html.

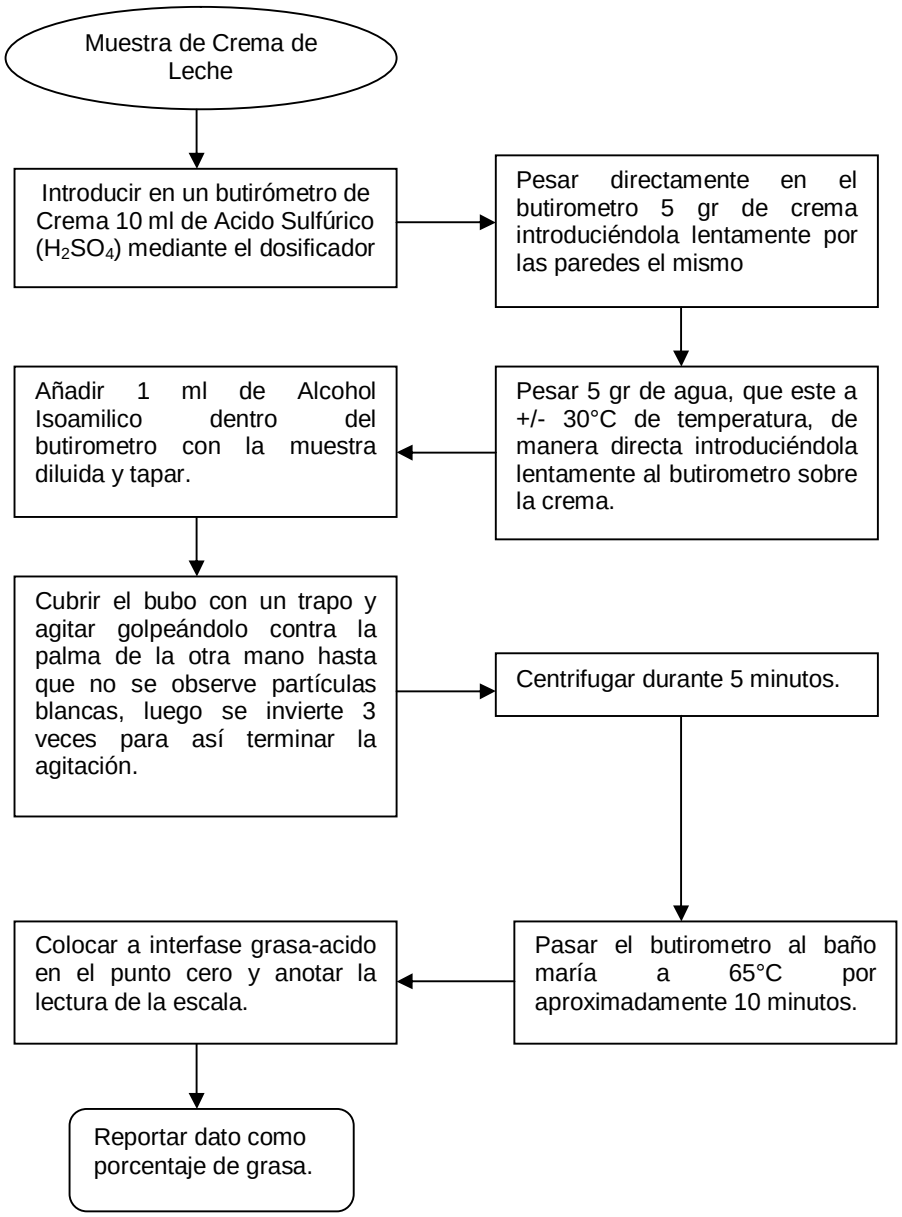
ANEXOS

DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ CUANTITATIVA (Acidez titulable)

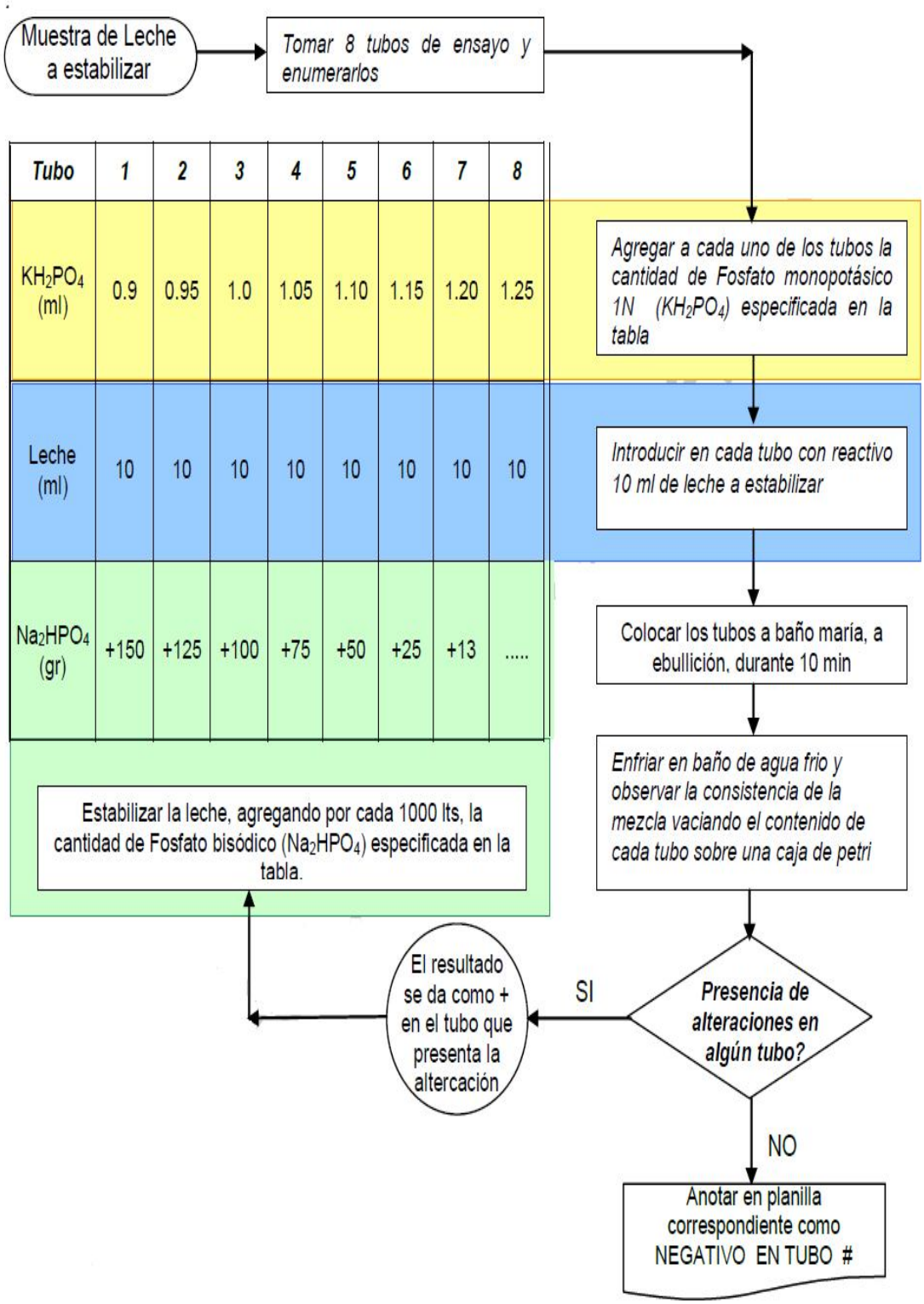


Referencia Norma Técnica Colombiana NTC 4978 leche y productos lácteos. Determinación de la acidez titulable

Determinación Cuantitativa del Contenido de Grasa: Crema de Leche



METODO RAMSDELL



REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE SALUD

RESOLUCION NUMERO 02310 DE 1986
(24 de Febrero de 1986)

CAPITULO IV

DE LA CREMA DE LECHE

ARTICULO 27. De la clasificación de la crema de leche.

Según su contenido en grasa láctea la crema de leche se clasifica en

a. Rica en grasa

b. Entera

c. Semientera

ARTICULO 28. De las características de la crema de leche.

La crema de leche debe presentar las siguientes características:

a. FISICOQUIMICAS

	Semi- entera	**Entera**	**Rica en Grasa**
Materia grasa % mlm, mínimo	18.0	35.0	48
Sólidos lácteos no grasos % m/lm, mínimo	7.0	5.0	4.0
Acidez como ácido láctico % m/m, máximo	0.25	0.25	0.25
Índice de Reicher Meissel	22-32	22-32	22-32
Prueba de fosfatasa	Negativa	Negativa	Negativa
en crema de leche ultrapasteurizada y esterilizada	En planta	En planta	En planta

PARAGRAFO. La crema de leche acidificada con cultivo láctico, debe presentar una acidez como ácido láctico no menor de 0.50% m/m.

b. MICROBIOLOGICAS

1. Pasteurizada: semientera, entera, rica en grasa

Exámenes de Rutina

	n	m	M	c
NMP Coliformes totales/g	3	75	150	1
NMP Coliformes fécales/g	3	<3	-	0
Hongos y levaduras/g	3	100	200	1

Exámenes especiales

	n	m	M	c
Estafilococos coagulasa positivos/g	3	100	200	1
Salmonella/25 9	3	0	-	0

2. Ultrapasteurizada (UHT) y esterilizada: Semientera, entera y rica en grasa: Incubar en sus envases originales, dos (2) muestras a 32'C y dos (2) muestras a

55'C, durante diez (10) días, al cabo de los cuales no debe presentar crecimiento microbiano.

PARAGRAFO. La crema de leche en polvo, debe presentar un máximo de 5% m/m de humedad, cumplir con los requisitos microbiológicos y las características fisicoquímicas equivalentes a los fijados para la crema de leche según la clase.

ARTICULO 29. De los ingredientes y aditivos que pueden emplearse e~. la crema de leche.

En la elaboración de crema de leche pueden emplearse los siguientes:

a. **INGREDIENTES**

- Crema de leche
- Cultivos lácticos específicos

b ADITIVOS

- Estabilizantes

Carbonato de calcio, potasio y sodio
Citrato de calcio, potasio y sodio
Ortofosfato de potasio y sodio
Polifosfato de calcio, potasio y sodio
En una cantidad máxima de 1000 mg/kg

Cuando se emplee mezcla de ellos su suma no deberá exceder de 3.000 mg/kg de leche

- Gelificantes
- emulsificantes

Acido algínico y sus sales de amonio, calcio, potasio y propilenglicol

Agar

Carboximetil celulosa de sodio

Carragenina Goma Guar

Goma Arábiga

Goma Karaya

...
Goma Xantan”

Gelatina Pectina

En una cantidad máxima de 1000 mg/kg

Cuando se emplee mezcla de ellos su suma no deberá exceder de 3.000 mg/kg de leche.

PARAGRAFO. El empleo de aditivos no contemplados en el presente artículo debe someterse previamente a estudio y aprobación del Comité de Aditivos del Ministerio de Salud, según lo contemplado en el Decreto 2106 de 1983.

ARTICULO 30. De las condiciones especiales de la crema de leche.

La crema de leche debe tener las siguientes características:

a. La crema de leche destinada al consumo humano directo, debe ser higienizada.

b. Estar exenta de sustancias tales como grasa de origen vegetal o animal diferente a la láctica y demás sustancias no contempladas en el presente capitulo (capítulo IV)

c. La crema de leche debe estar prácticamente exenta de sustancias tóxicas y residuos de drogas o medicamentos.

d. Para residuos de plaguicidas en la crema de leche deben tenerse en cuenta las Normas Oficiales de carácter nacional o en su defecto las Normas Internacionales FAO/OMS u otras adoptadas por el Ministerio de Salud.

ARTICULO 31. De la denominación de la Crema de Leche.

La crema de leche debe denominarse según la clase a que corresponde seguido del proceso de higienización utilizado. Por ejemplo Crema de Leche Entera, Pasteurizada.